ANNALEN

DER

PHYSIK.

485-25

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.

FÜNFTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN

HALLE,

IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.

1800.

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

EINE NEUE ART,

die

Geſchwindigkeit der Schwingungen bei einem jeden Tone durch den Augenſchein zu beſtimmen, nebſt einem Vorſchlage zu einer feſten Tonhöhe,

von

Dr. E. F. F. Chladni
in Wittenberg. *)

Es iſt immer etwas weitläufig und mühſam, wenn man die Zahl der Schwingungen, welche ein klingender Körper in einer Sekunde oder ſonſt in einer gegebenen Zeit macht, aus der Formel, wodurch

*) Mitgetheilt für die *Annalen der Phyſik* von dem Herrn Verfaſſer, der, wie man ſieht, ſeine Verdienſte um die Tonlehre noch immer durch intereſſante Erfindungen vermehrt, welche ſich durch das Gepräge der Einfachheit ganz beſonders empfehlen. *d. H.*

seine Schwingungsgesetze ausgedruckt werden, zu bestimmen sucht. Ueberdies sind bei so manchen klingenden Körpern die Schwingungsgesetze noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit bekannt, und bei den Schwingungen der Luft in Blas-Instrumenten trifft die Erfahrung nicht einmahl mit der gewöhnlichen Theorie ganz überein. Bisher ist meines Wissens kein anderes Mittel bekannt geworden, um die Geschwindigkeiten der Schwingungen durch unmittelbare Erfahrung zu finden, als das, welches Herr Kapellmeister Sarti in Petersburg angegeben hat, da er von zwei 5 Fuss langen Pfeifen die eine vermittelst eines Schiebers verkürzte, und fand, dass, wenn die Längen der Pfeifen sich wie 99 : 100 verhielten, das Zusammentreffen der Schwingungen, das sich durch einen trommelartigen Schlag merklich machte, in jeder Sekunde einmahl geschah, woraus folgte, dass die in der kürzern Pfeife befindliche Luft in einer Sekunde 100 Schwingungen machte. Er schloss hieraus, dass das eingestrichene A, wonach dort die dritte Saite der Violine gestimmt wird, in einer Sekunde 436 Schwingungen mache. Es sind hierunter aber doppelte Schwingungen zu verstehen, die aus einem Hingange und Rückgange zusammengesetzt sind, so wie solche auch von Newton und Sauveur *eine* Schwingung genannt werden. Wenn man aber, wie es gewöhnlicher ist, jeden einzelnen Schlag, (eben so wie bei dem Pendel,) eine Schwingung nennt, so macht dieses ā in einer Sekunde 872 Schwingungen.

Die leichteſte und einfachſte Art, die Zahl der Schwingungen bei einem jeden Tone ſogleich durch den Augenſchein zu beſtimmen, wird ſeyn, wenn man einem klingenden Körper, der überall eine gleiche Dicke und Conſiſtenz hat, eine ſolche Länge giebt, daſs man die Schwingungen, (welche ſodann aber noch nicht hörbar ſind,) bequem zählen und mit den Schwingungen eines Sekunden-Pendels vergleichen kann, und ihn nachher ſo weit abkürzt, daſs er mit dem zu unterſuchenden Tone im Einklange iſt, hierauf aber die Länge, bei welcher er dieſen Ton giebt, mit der Länge, bei welcher man eine gewiſſe Zahl von Schwingungen in einer Sekunde abgezählt hatte, vergleicht.

Anfangs vermuthete ich, eine Saite möchte ſich dazu gebrauchen laſſen, wenn man ihr eine ſolche Länge gäbe, daſs ſie bei einer gewiſſen Spannung, (welche, zu mehrerer Genauigkeit, durch ein angehängtes Gewicht bewirkt werden müſste,) etwa 1, 2 oder 4 Schwingungen in einer Sekunde machte, und wenn man dann die Saite durch einen untergeſetzten Steg ſo weit abkürzte, bis man den verlangten Ton erhielte. Das Verhältniſs der Längen des klingenden Theils zur Länge der ganzen Saite giebt ſogleich die verlangte Zahl der Schwingungen, da dieſe Zahl im umgekehrten Verhältniſſe der Saitenlänge ſteht. Bei einigen deshalb angeſtellten Verſuchen fand ich aber, daſs wegen mancher Kreisbewegungen, die ſich unter die ſchwingenden Bewegungen der Saite mengten, wie auch wegen

der mancherlei Schwingungen der aliquoten Theile, die Hauptschwingungen der ganzen Saite sich nicht mit der erforderlichen Genauigkeit beobachten liefsen.

Am besten schickt sich zu Versuchen dieser Art ein schmaler und nicht allzu dicker, aber hinreichend langer *Stab* oder *Streifen* von *Eisen*, oder *Messing*, oder einem andern hinlänglich elastischen Metalle. Er mufs, so viel als möglich, überall von gleicher Dicke seyn, daher es gut seyn würde, wenn man ihn vorher durch ein Streckwerk gehen liefse. Die Streifen oder parallelepipedischen Stäbe, deren ich mich bedient habe, sind etwa 2 Ellen lang, einen halben Zoll breit, und beinahe eine Linie dick; übrigens sind die Dimensionen ganz willkührlich. Die Ursache, warum ein solcher Stab mehrere Breite als Dicke haben mufs, ist, weil manche aufserdem mit eintretende Seitenbewegungen oder Kreisbewegungen, welche die Beobachtungen erschweren würden, dadurch verhindert werden. Einen solchen Stab oder Streifen spannt man in einen ganz unbeweglichen Schraubenstock so weit ein, dafs der hervorragende Theil lang genug bleibt, um so langsame Transversal-Schwingungen zu machen, dafs man sie nicht hören, wohl aber mit Hülfe einer Sekunden-Uhr, deren Schläge man hört, abzählen kann. Die Länge des Stabes, welche erfordert wird, um die beobachtete Zahl der Schwingungen zu geben, bemerkt man durch einen Strich. Wenn man nun wissen will, wie viele Schwingungen ein gegebener Ton in einer Sekunde

macht, so spannt man den Stab so weit in den Schraubenstock ein, dass der hervorragende Theil kurz genug ist, um, wenn man ihn mit dem Finger schlägt oder reisst, oder, noch besser, nicht allzu weit von dem Ende mit dem Violinbogen streicht, den bestimmten Ton zu geben. Hieraus findet sich denn sehr leicht die Zahl der Schwingungen, welche dieser Ton in einer Sekunde macht, durch Vergleichung des kürzern Theils, der diesen Ton gab, mit dem längern Theile, dessen Schwingungen man abgezählt hat. Nur ist hierbei zu bemerken, dass an einem Stabe, wenn blos die Länge sich verändert, die Töne bei einerlei Schwingungsart sich nicht etwa, wie an einer Saite, wie die umgekehrten Längen, sondern wie die umgekehrten *Quadrate* der Längen verhalten.

Man kann sich die Sache noch mehr erleichtern, und einen solchen Stab als *Tonometer* oder als Maasstab der Schwingungszahlen aller Töne gebrauchen, wenn man ihn im voraus gehörig dazu abtheilt. Wollte man sich eines so langen und so dünnen Stabes bedienen, dass das aus dem Schraubenstocke hervorragende Stück eine Schwingung in einer Sekunde macht, (nämlich so, dass seine einzelnen Schläge mit den Schlägen eines Sekunden-Pendels gleichmäsig sind;) so würde der Stab, wenn man nur die Hälfte des vorigen Stücks hervorragen läst, 4 Schwingungen in einer Sekunde machen. Es würde aber ganz unnütz und unbequem seyn, sich eines so langen Stabes zu bedienen. Ich rathe also, dem Stabe nur eine solche Länge zu

geben, dafs er, wenn man ihn nahe am Ende einſpannt, in einer Sekunde 4 Schwingungen macht, welche ſich ſehr bequem und mit aller Genauigkeit abzählen laſſen. Verkürzt man dieſen ſchwingenden Theil um die Hälfte durch ein neues Einſpannen, ſo wird dieſer halb ſo lange Theil des Stabes in einer Sekunde 16 Schwingungen machen, die man aber weder wird zählen, noch hören können, weil ſie zu ſchnell ſind, um gezählt, und zu langſam, um gehört zu werden. Spannt man aber den Stab von neuem ſo ein, dafs von dem Theile, welcher vorher 16 Schwingungen machte, nur die Hälfte hervorragt, ſo mufs dieſe Hälfte, (oder dieſer vierte Theil der erſtern Länge, wo 4 Schwingungen geſchahen,) nunmehr 64 Schwingungen machen, und man wird einen ſehr tiefen Ton hören, welcher mit dem 16füfsigen oder Contra-C übereinkommt. Die Hälfte dieſer Länge, oder der achte Theil der erſtern, (4mahl ſchwingenden,) wird 256mahl in einer Sekunde ſchwingen, und man wird das 4füfsige oder ungeſtrichene C hören. Eben ſo wird man bei jeder weitern Verkürzung des Stabes um die Hälfte, einen Ton erhalten, der um 2 Octaven höher iſt; man wird auch die Zahl der Schwingungen aller dazwiſchen liegenden Töne ſehr leicht finden können, wenn man immer darauf Rückſicht nimmt, dafs die Töne ſich wie die umgekehrten Quadrate der Längen verhalten, und alſo ein ſolcher Stab, wenn er als Tonometer gebraucht werden ſoll, nach den Qua-

dratwurzeln der Tonverhältniſſe abgetheilt werden muſs.

Will man etwa eine andere Abzählung, z. B. von 3 oder 5 Schwingungen in einer Sekunde, zum Grunde legen, ſo iſt es ganz eben daſſelbe. Mehr als 6 einfache Schwingungen in einer Sekunde möchten ſich wohl ſchwerlich mit Genauigkeit abzählen laſſen.

Es laſſen ſich auch noch *auf eine andere Art*, vermittelſt eines ſolchen Stabes, *die Schwingungszahlen der Töne beſtimmen.* Ein Stab, der an einem Ende befeſtigt und an dem andern frei iſt, kann, auſser der jetzt erwähnten Bewegungsart, wo er ganz ſchwingt, ſo wie jeder klingende Körper, auch andere Schwingungsarten annehmen, bei denen er ſich in ſchwingende Theile eintheilt, welche durch Schwingungsknoten von einander abgeſondert ſind. Es verhält ſich, nach der Theorie Daniel Bernoulli's und Eulers, und nach der Erfahrung, die erſte Schwingungsart, wo er ganz ſchwingt, zu der zweiten, wo ein Schwingungsknoten vorhanden iſt, wie 4 zu 25, und von dieſer zweiten an gerechnet, verhalten ſich die Töne der übrigen Schwingungsarten wie die Quadrate von 3, 5, 7, 9 u. ſ. w., und mithin kommen alle mögliche Töne mit den Zahlen 4, 25, $69\frac{4}{9}$, $136\frac{1}{9}$, 225 u. ſ. w. überein. Wenn man nun den Stab ſo in den Schraubenſtock geſpannt hat, daſs man, wenn er ganz ſchwingt, 4 Schwingungen in einer Sekunde zählt, ſo wird der 2te Ton noch nicht hörbar ſeyn, oder ſich

nur durch eine dumpfe Erſchütterung zu erkennen geben, der dritte wird aber etwas tiefer als Contra D, der vierte wird ungefähr Cis, der fünfte B ſeyn, u. ſ. w., welche Töne man bei gehörigem Verfahren durch Streichen mit dem Violin-Bogen leicht wird erhalten können. Eben ſo, wenn man die Länge des Stabes um die Hälfte verkürzt, daſs er bei ſeiner einfachſten Bewegungsart 16 Schwingungen in einer Sekunde macht, wird er bei der zweiten Bewegungsart 100 Schwingungen machen, wobei man ungefähr Contra-Gis hören wird u. ſ. w.

L. Euler giebt in *tentam. nov. theor. muſ.*, Cap. I, für das 8füſsige C 118 Schwingungen in einer Sekunde an, und in einem neuen Aufſatze: *de motu aëris in tubis*, §. 62, in *Nov. Comm. Petrop.*, Tom. XVI, 125 Schwingungen; bei einer an Saiten angeſtellten Beobachtung von *Marpurg*, die er in der Vorrede zu ſeinem Verſuche über die Temperatur erwähnt, fanden ſich ungefähr 124 Schwingungen. Nach der Angabe des Kapellmeiſters Sarti, welcher für das eingeſtrichene A 436 doppelte, oder 872 einfache Schwingungen fand, würde das groſse oder 8füſsige C beinahe 134 Schwingungen machen. Die Urſache der Verſchiedenheit der Angaben liegt darin, weil man ehemahls die Inſtrumente nicht ſo hoch zu ſtimmen pflegte, als jetzt, und auch jetzt ſie nicht an allen Orten gleich hoch ſtimmt. Ich habe hier für das 8füſsige C 128 Schwingungen als eine mittlere Zahl angenommen, welches die Bequem-

lichkeit hat, dafs, weil man doch gewöhnlich die Verhältniſſe der Töne auf das als Grundton angenommene C zu reduciren pflegt, man jedes C als irgend eine Verdoppelung von 1 anſehen, und alſo bei den Verhältniſſen der Töne ſich auch deren abſolute Schwingungszahlen mit mehrerer Leichtigkeit zugleich vorſtellen kann.

Da durch die faſt überall immer mehr zunehmende Höhe der Stimmung für die Ausübung nichts gewonnen wird, ſo möchte es wohl am rathſamſten ſeyn, eine ſolche Tonhöhe, wo die Zahl der Schwingungen in einer Sekunde bei einem jeden C eine Potenz von 2 iſt, als *feſte Tonhöhe* anzunehmen; man würde ſie vermittelſt des hier angegebenen Tonometers an allen Orten ſehr leicht, und mit mehrerer Genauigkeit erhalten können, als den von Sauveur vorgeſchlagenen feſten Ton, welcher durch eine 5 Pariſer Fuſs lange Orgelpfeife hervorgebracht werden ſoll, wo aber, weil die ſpecifiſche Elaſticität der Luft durch Wärme und Kälte ſich ſehr verändert, der Ton nicht immer einerlei Höhe behalten kann. Die hier vorgeſchlagene feſte Tonhöhe würde mit der, welche an den meiſten Orten gewöhnlich iſt, ziemlich genau übereinkommen, und nur um ein Weniges niedriger ſeyn, als die hohe Stimmung, deren man ſich an manchen Orten, und, nach der Angabe des Herrn Kapellmeiſters Sarti, auch in Petersburg bedient.

II.

BEMERKUNGEN
über den Gang des Barometers,

von

LEOPOLD VON BUCH
in Berlin. *)

Es ist zu verwundern, dafs man, nach so langer Beobachtung des Barometers, doch noch immer über die Abhängigkeit des Barometer-Standes vom Zustande der Atmosphäre in so gänzlicher Unwissenheit schwebt, und von den Veränderungen desselben so wenig Rechenschaft zu geben weifs. Ich möchte daraus schliefsen, dafs man einen andern Weg als bisher einschlagen müsse, um darüber ins Reine zu kommen. Man nimmt mehrentheils an, dafs die Veränderungen des Barometer-Standes sich nach der Witterung und dem Himmel richten; allein sollte man sich hier nicht in Ursach und Wirkung geirrt haben? Läfst es sich wohl denken, dafs die völlige Auflösung eines Salzes schwerer sey, als

*) Bei der Rückreise des Verfassers, (nach einem mehrjährigen Aufenthalte, zum Theil in der Gesellschaft Alex. von Humboldt's, in den Gebirgen des südlichen Deutschlands, den Apenninen und zu Rom,) über Paris, für Delamétherie's *Journal de Physique* geschrieben, wo man das Original dieses Aufsatzes, t. 5, p. 85—91, findet. *d. H.*

das Menſtruum, in welchem das Salz noch unaufgelöſt ſchwimmt; und ſollte es wohl möglich ſeyn, daſs die Luft, wenn ſie mit ſichtbaren Waſſerdünſten erfüllt iſt, weniger wöge, als wenn die Waſſerdämpfe in ihr gleichförmig und unſichtbar vertheilt ſind?

Beim Ausbruche des Veſuvs im Jahre 1794, als ein Aſchenregen die umliegenden Gegenden verfinſterte, aus der Meilen hohen Rauchſäule, welche aus dem Krater ſtieg, rings umher Blitze ausfuhren, die Luft in einem ſonſt nie erhörten Grade negativ electriſch war, und zerſtörende Regengüſſe hinabſtürzten, waren alle meteorologiſchen Inſtrumente in der gröſsten Unruhe; das einzige Barometer behielt ſeinen Stand während der 10 Tage des ſtärkſten Ausbruchs unverändert, oder veränderte ihn höchſtens um $\frac{1}{2}$ Linie. Ich ſchlieſse daraus, *daſs die Barometer-Höhe und deren Veränderung nicht von dem Zuſtande der Oberfläche unſrer Erde abhängt*, ſondern daſs ihre Urſach weiter zu ſuchen iſt, *und daſs ſie, gleich den Jahrszeiten, den Tageszeiten, dem Mondlaufe etc., cosmiſche Wirkungen* ſind.

Ein beſtändiges Geſetz in den Veränderungen des Barometer-Standes für unſre ganze nördliche Halbkugel ſcheint es zu ſeyn, *daſs der Luftdruck im Winter bei weitem veränderlicher als im Sommer iſt*, und daſs der höchſte und faſt auch der niedrigſte Barometer-Stand mitten im Winter, meiſt im Monat Januar, eintritt, wiewohl um die Herbſt-Nacht-

gleiche meist noch niedrigere Barometer-Stände vorkommen. Diese Veränderungen im Barometer-Stande nehmen ab, so wie es wärmer wird, bis mitten im Sommer, so dass zwischen 70 bis 50 Grad Breite die Winterveränderungen mehr als noch einmahl so gross, als die Sommerveränderungen des Barometer-Standes zu seyn pflegen. — Dieses beweist sehr deutlich die Unabhängigkeit des Barometer-Standes von den Witterungsveränderungen in der untern Atmosphäre. So z. B. sah ich im März 1798 in den Alpen das Barometer in $1\frac{1}{2}$ Tagen um 10 Linien sinken, ohne dass der Himmel sich getrübt, Wind, Regen oder Wolken aufgestiegen wären, oder die übrigen meteorologischen Werkzeuge eine merkwürdige Veränderung ausgewiesen hätten. Erst nach 2 Tagen, als das Barometer noch immer, doch minder schnell, sank, umzog sich der Himmel auf einige Wochen, und es schneite, welches monatlich, ja wöchentlich, wegen der schlimmen Jahrszeit der Fall war, ohne dass das Barometer es durch ein ähnlich starkes Fallen vorher verkündigt hätte. Bei Sturm, Gewitter, Platzregen oder Hagelwetter verändert das Barometer seinen Stand nur höchst selten um mehr als 2 Linien; oft gar nicht. Alles dieses sind nur *locale*, die Barometer-Aenderungen *generelle* Phänomene.

Eine zweite beständige, und nicht weniger merkwürdige Regel ist: *dass die Barometer-Veränderungen abnehmen, je mehr man sich dem Aequator nä-*

kert. In der heifsen Zone können nur die heftigsten Orkane den Barometer-Stand um einige Linien verändern, und im ganzen Jahre pflegt der gröfste Unterfchied nicht über 4 Linien zu fteigen, wie die intereffanten Beobachtungen Caffans in Domingo, Bouguer's, Condamine's, und die mexikanifchen Beobachtungen in Cottes *Mémoires* darthun. Dagegen ändert fich der Barometer-Stand in Petersburg jährlich um 36, oder wenigftens um 30 Linien, und in Prag, Wien und Paris um 20 bis 24; eine Veränderung, welche in Abficht der Barometer-Höhe in Italien nie ftatt findet.

Diefe beiden Gefetze find zwar längft bekannt, doch fcheint man fie nicht gehörig beachtet zu haben. Sonft würde man die Urfach der Veränderungen im Barometer-Stande fchwerlich in den Veränderungen der Atmofphäre gefucht haben, und noch immer den täglichen Barometer-Stand mit Regen, Wind, Näffe, Nebel und heiterm Wetter in Parallele ftellen, wobei man bis jetzt feine Zeit umfonft verloren hat. Dagegen fuche man aus dem Barometer-Stande und feiner Veränderung felbft Regeln zu abftrahiren; ficher wird uns das eher aus diefem Dunkel leiten.

Als Beifpiel mögen die 18jährigen Barometer-Beobachtungen dienen, welche von Mayer und Krafft in Petersburg angeftellt find. Nach ihnen betrug die Veränderung des Barometer-Standes im Mittel aus allen 18 Jahren, im

Januar	15,6 Linien	Juli	7,536 Linien
Februar	14,88 —	Auguſt	9
März	13,416 —	September	12,36 —
April	12,003 —	October	13,954 —
Mai	9,9 —	November	15,96 —
Juni	8,64 —	December	16,68 —

Das Barometer iſt in dieſen nördlichen Gegenden alſo nie ohne Veränderung. Die kleinſte monatliche Veränderung, im Julf, beträgt in Petersburg doch noch 7,5 Linien, ſtatt daſs ſie in Rom nicht über 3,3 ſteigt, und in den heiſsen Climaten, ja ſchon in Cairo und Baſſora, ganz wegfällt.

Es iſt bemerkenswerth, daſs dieſer Gang der Veränderungen am Barometer *genau mit dem Gange der Temperatur, nach verkehrter Abhängigkeit, übereinſtimmt.* Die Jahreszeiten ſind in dieſer Breite wenig markirt, und folgen ſchnell auf einander. Der Winter allein hält mehrere Monate lang mit unveränderter Strenge an; während deſſelben iſt die mittlere Temperatur der Monate faſt dieſelbe, und auch die Veränderungen im Barometer-Stande ſind nur wenig verſchieden. Im April und Mai endigt ſich der Winter, die Newa bricht auf, der Schnee ſchmilzt, und die Temperatur ſteigt ſehr ſchnell; eben ſo ſchnell nehmen dann die mittlern Veränderungen des Barometers ab. Im Juli iſt die Temperatur die gröſste und die Barometer-Aenderung am kleinſten. Der Herbſt fehlt und der Winter folgt unmittelbar auf den Sommer, indem

die Temperatur von ihrer gröfsten Höhe sehr schnell herabsinkt. Das bezeugt auch die grofse Verschiedenheit der Barometer-Veränderungen zwischen dem August und September. Diese Veränderungen allein hätten uns schon belehren können, dafs der Ort der Beobachtung nur 2 Monat Sommer, dagegen 9 Monat Winter habe, und dafs die Uebergänge beider Jahrszeiten in einander zwischen April und Mai und zwischen August und September fallen. So genau sind die Veränderungen im Barometer-Stande an einem Beobachtungsorte den mittlern Temperaturen verkehrt proportional. Und das ist das *dritte allgemeine Gesetz in den Erscheinungen am Barometer.* Zur anderweitigen Bestätigung desselben füge ich noch die Resultate aus des Astronomen Strnadt 30jährigen Barometer-Beobachtungen in *Prag* bei.

Im	Mittel aus den Barometer-Veränderungen.	Mittlere Temperatur.
Januar	11,35 Linien	1°,2
Februar	12,	0,2
März	10,3	2,3
April	9,7	6,7
Mai	8,7	12,1
Juni	6,5	15
Juli	6,7	17
August	6,3	17,2
September	9,06	12,8
October	10	7,9
November	11	3,6
December	11,98	0,5

Da die mittlern Thermometer-Stände ſchwerer zu finden und ungewiſſer ſind, (für Vicenza beſtimmten ſie zwei Phyſiker, die genau, nur zu verſchiedenen Stunden, beobachteten, einer auf 9°, der andere auf 12°;) ſo können uns die mittlern Barometer-Veränderungen über das Clima eines Orts faſt ſelbſt ſicherer, als das Thermometer belehren.

III.

BESCHREIBUNG
eines verbeſſerten Barometers,

von

J. H. Müller
Oberſter und Hof-Baudirector zu Darmſtadt. *)

Es iſt eine ausgemachte Sache, daſs das einfache Gefäſs-Barometer für Wetterbeobachtungen am bequemſten, und daſs dasjenige am vorzüglichſten iſt, deſſen Gefäſs aus einer groſsen gläſernen angeblaſenen Kugel beſtehet, in ſo fern das Barometer auch ſonſt nach den bekannten Vorſchriften gehörig verfertigt, und nach einem de Lücſchen Normal-Barometer regulirt iſt.

*) Herr Oberſt und Hof-Baudirector Müller, deſſen groſser Scharfſinn in mechaniſchen Anordnungen ſchon längſt, beſonders durch ſeine Rechen-Maſchine, im Publiko bewährt iſt, bemerkt in einem Briefe an den Herausgeber der Annalen, daſs, ſeit dieſer Aufſatz geſchrieben war, er ein ſolches verbeſſertes Barometer habe verfertigen laſſen, welches ſeiner Erwartung vollkommen entſpreche, und durch die groſse Bequemlichkeit, die es für einen beſtändigen Witterungsbeobachter hat, die Karoline, die es höchſtens mehr als ein gutes gewöhnliches Barometer koſtet, vollkommen bezahlt mache. Er iſt Willens, mehrere dergleichen durch den bekannten geſchickten Künſtler Ciarcy in Darmſtadt verfertigen zu laſſen. *d. H.*

Hölzerne Gefäfse ſind dem nicht zu beſtimmenden Einfluſſe der Wärme und Feuchtigkeit zu ſehr unterworfen, und können daher den Barometer-Stand in etwas unrichtig machen. Das gläſerne Gefäfs leidet zwar auch eine geringe Veränderung, doch nur durch die Wärme *allein*, und dieſe Veränderung bleibt immer verhältnifsmäſsig. Die Ausdehnung des Queckſilbers in demſelben, wodurch es von der Gefrierkälte bis zur Siedhitze höchſtens nur $\frac{1}{10}$ par. Linien erhoben wird, kann alſo für die Berichtigung des Barometer-Standes, mittelſt des dabei angebrachten Thermometers, wenn man die gröſste Genauigkeit verlangt, ebenfalls in Rechnung gebracht werden. Ich ſchreibe dieſes nur für Kenner der Barometer, und bin darum hierbei nicht weitläuftiger.

Indeſſen hatte doch dieſes Gefäſs-Barometer bisher noch zwei Unvollkommenheiten oder Unbequemlichkeiten. Die *eine* iſt, daſs das Queckſilber im Gefäſse bei verändertem Luftdrucke nicht gleiche Höhe behält, folglich den Barometer-Stand an einer feſten Skale unrichtig macht. Man hat zwar auf Mittel geſonnen, dieſe Queckſilberfläche unveränderlich zu machen, wegen anderer dadurch entſtehender Fehler iſt man aber dabei geblieben, *entweder* die Skale verſchieblich zu machen, damit man ihren Anfang auf die Queckſilberfläche im Gefäſse ſchieben kann, *oder* daſelbſt noch eine kleine feſte Skale anzubringen, um auch hier, wie bei dem de Lücſchen Heber-Barometer, die Veränderung zu

beobachten und ſolche dem obern Barometer-Stande zuzuſetzen. Wie unbequem aber jede Art iſt, da man auſserdem noch den Thermometer-Stand nehmen und zur Barometer-Höhe zuſetzen oder davon abziehen muſs, wird jeder wiſſen, der oft und genau beobachtet. Auch geben ſie keine vollkommene Genauigkeit, weil das Queckſilber im Gefäſse mit der Zeit an der Oberfläche verkalkt wird, und eine Haut bekommt, die ſich an das Glas hängt, da denn der Rand des Queckſilbers ſich nicht ſcharf abſchneidet. Ein elfenbeinerner Schwimmer, wodurch man dieſem abhelfen wollte, würde ſich wegen der ihn umgebenden Haut auch nicht immer gleich viel einſenken. Im de Lücſchen Heber-Barometer, das nur zu Höhenmeſſungen und zur Regulirung der Gefäſs-Barometer, alſo ſelten gebraucht wird, kann wohl der kurze Schenkel von der Haut leicht gereinigt werden; bei dem Gefäſs-Barometer hingegen würde dieſes unbequem ſeyn.

Sonderbar, daſs noch Niemand auf den einfachen Gedanken gekommen iſt, die gewöhnliche oben befeſtigte Barometer-Skale um ſo viel zu verkleinern, als es das Verhältniſs der Oberflächen des Queckſilbers im Gefäſse und in der Röhre erfordert! — Wenigſtens iſt dieſes Mittel meines Wiſſens noch nicht bekannt gemacht worden, da man doch daran dachte, am Heber-Barometer nur oben eine Skale anzubringen, und ſolche um die Hälfte zu verkleinern, damit man nicht zwei Maaſse nehmen dürfte. Obgleich ſolches an dieſem Baro-

meter wegen anderer Urſachen nicht anwendbar iſt, ſo läſst es ſich doch gar wohl an einem Gefäſs-Barometer auf ähnliche Art folgendermaſsen machen.

Die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäſse ſey zum Beiſpiele 20mahl gröſser als die in der Röhre; der Druck der Luft nehme um 21 pariſer Linien der Queckſilberſäule bei unveränderter Temperatur zu: ſo wird das Queckſilber im Gefäſse 1 Linie fallen, und das in der Röhre 20 Linien ſteigen, alſo daſelbſt nur 20 Linien anzeigen. Man hat demnach nichts weiter nöthig, als 20 pariſer Linien dieſer Skale in 21 Theile zu theilen, und jeden Theil für eine pariſer Linie gelten zu laſſen, ſo wird das Barometer ohne alle Künſteleien und Mühe den richtigen Stand von ſelbſt anzeigen, auch mit einem vollkommenen Heber-Barometer, in gleicher Temperatur, wenn es einmahl danach regulirt iſt, jederzeit ſo genau als ein anderes Heber-Barometer überein treffen.

Je gröſser indeſſen der Durchmeſſer des Gefäſses iſt, deſto gröſser bleibt die Skale, und um ſo empfindlicher und richtiger wird das Barometer ſeyn, weil alsdann der Einfluſs, den die gedachte Haut auf den Barometer-Stand haben möchte, geringer wird, und weil die Veränderung der Queckſilberhöhe im kugelförmigen Gefäſse, worin das Queckſilber bis in die Mitte reichen muſs, kleiner wird, folglich ſich die Lage der gläſernen Wand am Queckſilberrande weniger ändert, welche bekanntlich auch einen Einfluſs auf den Barometer-Stand

hat. Der Durchmeſſer des Gefäſses kann bequem 7 bis 8mahl gröſser als der der Röhre ſeyn. Um aber hierbei doch nicht ſehr viel Queckſilber zu bedürfen, (wodurch auch der Einfluſs der Wärme gleichförmiger würde,) könnte die Kugel, nachdem ſie geblaſen iſt, unten etwas eingedrückt werden, wie Taf. I, Fig. 1, zeigt. Könnte ſie erſt, nach Fig. 2, *a*, in der Mitte etwas cylindriſch geblaſen werden, wie ich glaube, ſo wäre es noch beſſer.

Die *andere* Unbequemlichkeit der Barometer iſt dieſe: daſs man den Einfluſs der Wärme jedesmahl vermittelſt des dabei angebrachten Thermometers, *wenigſtens* durch Addition oder Subtraction, berichtigen muſs, wenn man den Stand genau wiſſen will. Ich ſage: wenigſtens, denn zur gröſsten Genauigkeit würde bekanntlich noch mehreres Rechnen nöthig, oder eine dazu verfertigte groſse Tabelle nachzuſehen ſeyn.

Für Wetterbeobachtungen habe ich die Art hinreichend genau gefunden, da man eine bloſs für diejenige mittlere Barometer-Höhe des Orts, welche aus vielen Beobachtungen gefunden worden iſt, berechnete Thermometer-Skale anbringt, und ſo viel 10tel- oder 16tel-Linien vom Barometer-Stande abzieht oder dazu ſetzt, als das Thermometer Grade *über* oder *unter* der angenommenen Temperatur zeigt. Stehet nun das Barometer über oder unter ſeinem mittlern Stande, wovon es nur höchſtens $1\frac{1}{4}$ Zoll abweicht, (ſo wird der Fehler, (und das nur äuſserſt ſelten,) kaum $\frac{1}{20}$ Linie, und

in den Resultaten, die man aus den Beobachtungen zieht, noch weit weniger betragen, weil sich diese dem mittlern Barometer-Stande und der mittlern Temperatur sehr nähern.

Indessen ist es für einen beständigen Wetterbeobachter schon sehr unbequem, immer addiren oder subtrahiren zu müssen, zumahl weil man die dabei vorkommenden Brüche nicht gern aus der Acht läßt, da denn bei andern Gedanken, oder wenn man das Aufschreiben in Abwesenheit einem Andern anvertrauen muss, oft geirrt werden kann.

Ja, auch Manchem, der nicht beständig beobachtet, sondern nur zuweilen wissen will, ob das Barometer gestiegen oder gefallen ist, welches doch ohne Berichtigung der Wärme nicht immer zu sehen ist, wird es angenehm seyn, wenn er nicht rechnen darf, sondern nur einen am Thermometer befindlichen Zeiger an den Stand desselben zu schieben braucht und alsdann schon den Barometer-Stand berichtigt findet.

Hierzu wird nun freilich einige Künstelei erfordert, diese ist aber ziemlich einfach, und kann, wie sonst wohl manche Künsteleien, der Hauptsache auf keine Weise nachtheilig werden.

Die beste Einrichtung wird folgende seyn: Der Theil des Barometer-Bretts, worauf die Skale gezeichnet wird, *bc*, (Taf. I, Fig. 2,) läßt sich etwa 4 bis 5 Linien auf- und niederschieben, weswegen das ungefähr 1 Zoll dicke Brett daselbst ganz durchbrochen, und ein $\frac{3}{4}$ Zoll dickes Brettchen

eingeſetzt iſt, worauf ſich die Skale befindet. Dieſes verſchiebliche Brettchen iſt alſo auch in Fig. 3, welche die hintere Seite des Barometers vorſtellt, bei *bc* zu ſehen.

Der neben dem Thermometer befindliche Zeiger *d*, (Fig. 2,) iſt hinten an ein langes prismatiſches Holz, *ef*, (Fig. 3,) befeſtigt. Dieſes $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Holz iſt in das Barometer-Brett ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll tief eingelaſſen, und läſst ſich vermittelſt des Zeigergriffs auf- und niederſchieben.

Das Brettchen *bc* und der Zeiger *d* ſind durch einige Hebelarme von Meſſing ſo mit einander verbunden, daſs, wenn der Zeiger auf den Thermometer-Stand geſchoben wird, die Barometer-Skale ſich ſo viel verſchiebt, als es die Correction wegen der Wärme erfordert. Zu dem Ende iſt das Barometer-Brett hinten bei *ef* $\frac{3}{4}$ Zoll tief ausgehöhlt oder vertieft, und in der Mitte ein Hebelarm, *gh*, in *h* an das Brett ſo befeſtigt, daſs er ſich um einen Zapfen drehen kann. In *g* iſt dieſer Arm durch ein bewegliches Stänglein *gd* mit dem Zeiger, oder vielmehr mit dem hintern Ende eines Stücks Meſſing, *d*, verbunden, an deſſen vordern Theil der Zeiger und deſſen Handgriff *d*, (Fig. 2,) befeſtigt iſt.

An das Skalen-Brettchen *bc* wird hinten ein lothrechter Arm *ik* feſt angeſchraubt, welchen ein kleines bewegliches Stänglein *lk* mit dem Hebel *gh* in *l* verbindet, und an dem bei *h* verlängerten Hebel ſitzt ein bleiernes Gewicht *m*, das mit der Schwere der Schieber und Stänglein das Gleichge-

wicht hält, damit alles in jeder Lage ſtehen bleibt. Das Holz *ef* dient nur dazu, daſs der daran befeſtigte Zeiger *d* genau ſeine wagerechte Lage behält, und ſich alles ſanfter ſchieben läſst. Damit aber dieſes nicht von ſelbſt durch irgend eine Erſchütterung geſchehen kann, iſt an jeder Seite des Skalen-Bretts *bc* und des Schiebers *ef* ein krummes Stückchen von einer Sackuhrfeder eingelaſſen, welches ſich in den Falzen anſtemmt.

Am beſten iſt es, dem Hebel *gm* eine wagerechte Lage zu geben, wenn der Zeiger *d* an dem + 10ten Reaumüriſchen Grade ſtehet, auf welche temperirte Wärme der Barometer-Stand von den meiſten reducirt wird. Hier iſt der Hebel zu mehrerer Deutlichkeit in einer Lage gezeichnet, wobei der Thermometer-Zeiger tief herunter geſchoben iſt.

Alles kommt nun auf das richtige Verhältniſs der Entfernungen der 3 Zapfen des Hebels *glh*, und der Längen der Stänglein *lk* und *gd* an.

Man ſucht, welche Ausdehnung das Queckſilber im Barometer bei deſſen mittlerm Stande hat, oder wie viel es ſich dabei von der Gefrierkälte bis zur Siedhitze erhöhen würde, und wie groſs die Entfernung des Siedepunktes vom Gefrierpunkte des Thermometers iſt, und macht dieſen beiden Maaſsen die Entfernungen der Hebelzapfen, *hl* und *hg*, und die Stänglein *lk* und *gd* proportional. Auch kann hierbei auf die Ausdehnung der meſſingenen Stänglein Rückſicht genommen wer-

den, wiewohl dies im äuſserſten und ſeltenſten Falle nur $\frac{1}{60}$ Linien Abweichung vom richtigen Barometer-Stande verurſachen kann.

Damit die beiden Zapfen *h* und *l* nicht allzu nahe zuſammen kommen, muſs man ein Queckſilber-Thermometer nehmen, deſſen Länge vom Gefrier- bis zum Siedepunkte nicht allzu groſs und ungefähr nur $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Pariſer Zoll iſt. Wollte man den Hebel von *g* bis *h* länger als $2\frac{1}{4}$ Zoll machen, ſo würde das Barometer-Brett über 6 Zoll Breite erhalten müſſen.

Auf dieſe Art, und wenn man die oben gedachte geringe Abweichung nicht achtet, iſt gar keine Skale am Thermometer nöthig. Allenfalls kann man, da man doch auch zuweilen die Grade der Stubenwärme wiſſen möchte, eine gewöhnliche Reaumüriſche Skale daran zeichnen.

Wer aber die gröſste Genauigkeit verlangt, kann daran eine beſondere gitterförmige Gradleiter, ungefähr wie diejenige verfertigen, welche de Lüc für jede Barometer-Höhe durch Abſciſſen und Ordinaten zu zeichnen gelehrt hat. Doch iſt die hier nöthige Leiter weit leichter als jene zu zeichnen und zu beobachten. Man kann die lothrechte Linie *np*, Fig. 4, worauf das Thermometer-Rohr befeſtigt wird, in willkührliche Grade eintheilen, alſo dazu, wegen obigen Nutzens, auch die Reaumüriſche Eintheilung erwählen. Dieſe Gradtheilung wird nun für die mittlere Barometer-Höhe angenommen, welche z. B. hier $27\frac{1}{4}$ Zoll iſt, und wo

der höchste Stand wenig über $28\frac{1}{2}$ und der tiefste nahe über $26\frac{1}{2}$ Zoll ist. Man ziehet demnach rechts von jener Linie, in beliebigen, doch gleichen, Entfernungen, noch 3 und links 5 lothrechte Linien für die Barometer-Stände von Viertel- zu Viertelzollen; durch den + 10ten Reaumürischen Grad der Skale *np* aber eine Horizontallinie *qr*. Alsdann wird die Linie für $26\frac{1}{2}$ Zoll folgendermafsen eingetheilt: Man verkürzt hier den Raum zwischen dem Eis- und Siedepunkte nach dem Verhältnisse, in welchem $27\frac{3}{4}$ Zoll mit $26\frac{1}{2}$ Zoll stehen, und theilt diese Länge auch in 80 Grade ein, doch so, dafs der + 10te Grad ebenfalls in gedachte Horizontallinie kommt. Endlich zieht man durch die correspondirenden Grade Zwerchlinien bis an die für $28\frac{1}{2}$ Zoll bestimmte lothrechte Linie, wovon man aber nur so viel Grade durchzieht, als in der Luftwärme vorkommen. Der Zeiger mufs genau wagerecht, und so lang seyn, dafs er die Linie für $26\frac{1}{2}$ Zoll erreicht, wie dieselbe bei *qr* punktirt zu sehen ist.

Dieser Skale bedient man sich folgendermafsen: Steht das Barometer auf $27\frac{3}{4}$ Zoll oder nahe daran, so schiebt man den Zeiger nur an das Ende des Queckfilbers im Thermometer, ohne sich um diese Gradleiter zu bekümmern. Steht aber das Barometer tiefer oder höher, z. B. auf oder zunächst an $28\frac{1}{2}$ Zoll, so sieht man, welcher Querlinie der Thermometer-Stand am nächsten ist, und rückt den Zeiger mit seinem obern wagerechten Stande dahin, wo diese Linie die dem Barometer-Stan-

de von 28½ Zoll entſprechende lothrechte Linie ſchneidet, wobei man denn auch auf Theile eines Grades Rückſicht nehmen kann. Stünde z. B. das Thermometer auf + 15¾ Grad an der Theilung *np*, ſo muſs der Zeiger auch auf 15¾ Grad der für obige 28½ Zoll geltenden Linie geſchoben werden.

Man hat alſo auch hierbei nur den Thermometer-Zeiger zu ſchieben, ohne zu addiren oder zu ſubtrahiren. Indeſſen *kann*, wie geſagt, *an einem bloſs für Wetterbeobachtungen beſtimmten Barometer dieſe Gitter-Skale ganz wegbleiben.*

Die Bequemlichkeit dieſer Erfindung iſt wirklich gröſser als man anfänglich glaubt. Im Frühjahre und Herbſte ändert ſich die Temperatur in den Zimmern oft in mehrern Tagen nicht. Dies geſchieht auch zuweilen im Sommer, ja ſelbſt im Winter, ſo lange das Zimmer in gleicher Wärme erhalten wird. Man hat alſo in dieſen Fällen ſogar nicht einmahl nöthig, den Zeiger zu ſchieben, ſtatt daſs bei bisher gewöhnlichen Barometern doch immer eine Correction für einige Grade abgezogen oder zugeſetzt werden muſs, wenn das Thermometer nicht juſt auf dem + 10ten Reaumüriſchen Grade ſtehet, welche Temperatur den meiſten Perſonen in der Stube zu kühl, alſo ſelten iſt.

Will man das gläſerne Gefäſs zur Sicherheit gegen Anſtoſsen mit einem Käſtchen umgeben laſſen, ſo muſs dieſes durchlöchert ſeyn, damit die Verän-

derung der Wärme auf das Gefäfs eben ſo bald als auf die freie Röhre wirken könne.

Für die, welche den Stand nicht aufſchreiben, und doch oft ſehen wollen, ob das Barometer geſtiegen oder gefallen iſt, wird ein auf dem Skalen-Brettchen rechter Hand angebrachter verſchieblicher Zeiger nützlich ſeyn.

Weil das Barometer-Brett wegen des Hebels *ghm* etwas breiter als ein gewöhnliches ſeyn muſs, ſo könnte die Breite des Skalen-Brettes in Gegenden, wo man ſchon vieljährige Beobachtungen angeſtellt hat, dazu benutzt werden, die höchſten und tiefſten Stände darauf zu zeichnen, wovon ich ein Beiſpiel aus *hieſigen 30jährigen*, obgleich nicht ganz vollſtändigen, *Beobachtungen*, auf Taf. II gebe. Man ſieht darin, wie klein der Bewegungsraum im Sommer iſt. Es kann alſo dienen, um zu ſehen, ob der Barometer-Stand nahe an der Grenze iſt, oder dieſe überſchreitet, wobei denn gewöhnlich, — zumahl bei den tiefſten Ständen — auſserordentliche Witterung erfolgt oder gegenwärtig iſt. *) Ich

*) Gewiſs eine ſehr lehrreiche meteorologiſche Zeichnung, welche, in Beziehung auf den vorhergehenden Aufſatz des Herrn von Buch, hier doppelt intereſſant wird, da man ſie ſogleich zur Prüfung ſeiner ſcharfſinnigen Ideen anwenden kann. Möchte doch jemand auf eine ähnliche Art alle zuverläſſigen meteorologiſchen Beobachtungen, ſo viel wir deren von verſchiedenen Orten beſitzen, in einen meteorologiſchen Atlaſs zuſammen zeichnen. Was in Zahlen ausgedrückt, kaum möglich

will hier nur die bei einigen *höchſten* und *tiefſten Ständen* in den Jahren 1768 bis 1798 geweſene Witterung bemerken.

Bei den *höchſten* Ständen iſt es im Januar meiſt windſtill und neblig geweſen; im Februar, März, November und December trübe und ſtill; im April, Mai, September und October heiter und windig, (im Jahre 1788 am 10ten October vorher Sturmwind;) im Juni, Juli und Auguſt heiter und ſtill.

Bei den *tiefſten* Ständen am 18ten Juni 1771 Regen und 2 Tage vorher ein Erdbeben, am 12ten Auguſt 1771, 29ſten September 1786, 6ten November 1789, 25ſten November 1795 und 24ſten December 1783 Sturmwind und Regen. Uebrigens meiſt windig und Regen oder Schnee. Bei den Erdbeben in den Jahren 1783, 1787 und 1788 ſtand das Barometer näher über und unter ſeiner mittlern Höhe, alſo weit innerhalb der Grenzen.

Andere Ideen.

Durch ein Paar am Barometer lothrecht angebrachte metallene Stangen von verſchiedener

zu überſehn iſt, und viele Bände füllen müſste, würde hier ſogleich in die Augen fallen, und nur einen mäſsigen Raum einnehmen, da es bei Vergleichungen, um daraus meteorologiſche Reſultate zu ziehn, nur ſelten auf eine ſehr weit getriebene Genauigkeit in den Angaben ankommt. Schon beſitzt man einen ſolchen Commerz-Atlaſs; für die Witterungskunde möchte ein ähnlicher Witterungs-Atlaſs vielleicht das wichtigſte Werk ſeyn. *d. H.*

Ausdehnung, welche mit einem verſchieblichen Skalen-Brette durch zwei Hebel ſo verbunden würden, wie es das Ausdehnungsverhältniſs der Metalle und des Queckſilbers im Barometer erforderte, würde ſich der Einfluſs der Wärme ohne Zuthun eines Thermometers von ſelbſt, bis auf oben gedachte Kleinigkeit, berichtigen, in ſo fern die Ausdehnung der Metalle mit der des Queckſilbers gleichen Schritt hält, worüber aber meines Wiſſens noch nichts bekannt iſt. Vielleicht werde ich künftig die desfalls erforderlichen Verſuche anſtellen.

Es laſſen ſich noch zweierlei Einrichtungen denken, die eben das leiſten, auch dem Barometer eine zwei- bis dreimahl gröſsere Bewegung, als das gemeine hat, geben würden. Die erſte iſt die des *Morlandiſchen Wage-Barometers.* Wird dieſe dahin abgeändert, daſs man die Skale an die Glasröhre und den Zeiger an das Brett befeſtigt, wobei man alſo den Stand des Queckſilbers in der Röhre gar nicht beobachtet, ſo erhält man nicht nur den Vortheil, daſs es, gleichwie ein gemeines Barometer, den zunehmenden Druck der Luft durch Steigen, (wenigſtens durch ein ſcheinbares,) anzeigt, ſondern der Einfluſs der Wärme kann auch durch eine proportionirte Geſtalt des Gefäſses und der Gröſse der Oberfläche des hierin befindlichen Queckſilbers, bis auf eine unbedeutende Kleinigkeit, vermindert werden. Magellan, der das Morlandiſche Wage-Barometer beſchreibt und

es *ſtatiſtiſches Barometer* nennt, *) ſcheint dieſe Eigenſchaft deſſelben nicht eingeſehn zu haben; auch glaubte er, die Röhre ſinke nur ſo viel in das Gefäſs, als die Queckſilberſäule bei zunehmendem Luftdrucke höher werde. Allein dieſes kann nur in dem einzelnen Falle geſchehen, wenn der Querſchnitt des Glaſes der Röhre ſo groſs iſt, als die des darin befindlichen Queckſilbers. Wird aber eine Röhre genommen, deren Glas ſo dünn iſt, daſs deſſen Querſchnitt nur den halben oder dritten Theil der Durchſchnittsfläche der innern Höhlung beträgt, ſo wird ſie zwei- bis dreimahl tiefer ſinken.

Dieſes Wage-Barometer brachte mich auf eine andere Idee eines Barometers, das man ein *hydroſtatiſches* nennen könnte. Wenn ſtatt des Wagebalkens eine mit zwei Löchern verſehene hohle gläſerne Kugel über das untere Ende der Röhre geſchoben und angeblaſen oder angeküttet wird, ſo daſs das Queckſilber wohl in die Röhre, aber nicht in die Kugel kommen kann; ſo wird das Barometer, bei gehöriger Gröſse der Kugel, ſich im Queckſilber eines beſondern Gefäſses von ſelbſt tragen, darin dem ab- und zunehmenden Luftdrucke gemäſs ſteigen und fallen, und nach zweckmäſsiger Geſtalt des Gefäſses und der Röhre, auch Application der Skale und des Zeigers, wie bei vorigem Wage-Barometer, den Einfluſs der Wärme eben ſo ſehr vermindern. Die Röhre könnte zwiſchen einigen Rol-

*) Magellan's *Beſchreibung neuer Barometer*, Leipzig 1782, S. 96.

len in lothrechter Stellung erhalten werden. Nur fürchte ich, die vermehrte Reibung wird diese beiden Barometer weniger empfindlich als das gewöhnliche machen. *) Ueberdies sind sie kostbar; ersteres wegen des Wagebalkens, und letzteres wegen des vielen Queckfilbers. Ich habe es berechnet, und finde, dafs, wenn die Skale ungefähr zwei- bis dreimahl gröfser werden soll, das Gefäfs wenigstens so weit und hoch seyn mufs, dafs es 7 bis 12 Pfund Queckfilber erfordert.

Mein erst beschriebenes Barometer, welches ich das *mechanische* nennen möchte, und das jeder Mechaniker leicht verfertigen kann, wird daher immer den Vorzug vor diesen drei letztern behalten, zumahl da es sich durch eine angebrachte Gitter-Skale zur gröfsten Schärfe bringen läfst, welches bei jenen nicht thunlich ist.

Darmstadt im Juli 1799.

*) Das von Arthur Moivre, in den *Dubliner Transactionen*, Vol. IV, (siehe die *Göttinger gelehrten Anzeigen* vom Jahre 1794, 79stes Stück,) beschriebene Barometer scheint mit letzterm Aehnlichkeit zu haben. Vielleicht hat Moivre diese Einrichtung aus gleicher Ursache zu seinem Barometrographen erwählt. Hierbei kann wohl auch die von der Reibung entstehende Stockung durch die Uhr gehoben werden, wenn ein Hämmerchen applicirt wird, das öfters an die Glasröhre schlägt und sie erschüttert, da sie sich dann an ihren rechten Stand begeben mufs. M.

IV.

IV.

ELECTRISCHE VERSUCHE

von

L. A. von Arnim.

1. *Verſuche zur Aufklärung des Verhältniſſes zwiſchen der chemiſchen und electriſchen Beſchaffenheit der Körper.* *)

INHALT.

Verſuche mit Pulvergemengen. Reſultate derſelben. — Allgemeine Ueberſicht der verſchiedenen Veränderungen, durch welche Körper electriſch werden. Bei chemiſchen Veränderungen iſt einzig allen gemeinſchaftlich Aenderung der Wärme-Capacität. Der Körper, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern ſich vergröſsert, wird négativ-, der, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern ſich vermindert, poſitiv-electriſch. Die Erfahrung zeigt, daſs dieſes Geſetz auch für die durch Reibung erregte Electricität, alſo ganz allgemein gelte. Urſach der Leitungsfähigkeit. — Die Electricität als Wirkung in einer unterbrochenen Kette betrachtet. *Anmerkungen:* 1. Verſuche über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beſchleunigung des chemiſchen Prozeſſes. 2. Erläuterungen aus der Wärmelehre. 3. Ueber die Ausdehnung des Waſſers in der Nähe des Gefrierpunktes. 4. Ueber einige Wirkungen des Blitzes und die Urſach des Donners. 5. Anmerkungen und Verſuche über den Einfluſs der Electricität auf die Kryſtallenbildung.

*) Der Leſer empfängt hier auf Veranlaſſung der Abhandlungen Aldini's und Fabroni's, (Ann., IV, St. 4,) *Bruchſtücke über einige der am wenig-*

Die merkwürdigen Resultate, welche Herr Kortum *) aus seinen Versuchen über die Electricität

sten bearbeiteten, aber nicht weniger wichtigen Theile der Electricitäts-Lehre. In meinem *Versuche einer Theorie der electrischen Erscheinungen*, (Halle 1799,) wagte ich nicht davon zu reden, weil nur das, was schon sicher in unserm Erfahrungsbesitze ist, abgeleitet, nicht aber die Theorie durch eine schwankende Erfahrung irre geleitet werden sollte. Sie dienen daher theils zur Vervollständigung des Ganzen, theils zur Berichtigung. Bei dieser Gelegenheit ein Paar Worte über eine Recension jener kleinen Schrift. Der Recensent in der *Allgemeinen Litteratur-Zeitung* gab zu verstehen, meine Theorie sey wohl nur eine consequente Bezeichnungsart der Franklinschen. Ich glaube dieses durch nichts bündiger als durch Zusammenstellung der Fundamental-Gleichung für den Zustand des electrischen Gleichgewichts zwischen zwei Körpern nach jener Theorie mit der meinigen, widerlegen zu können; dort ist sie $A - R + a + x = 0$, nach meiner $AR - ar = 0$, wo selbst die Bedeutung von r und R verschieden, nicht, wie jene, als eine Abstossung hervorbringende Ursach gedacht wird, und daher den Widersprüchen entgeht, worauf jene, nach van Swinden's Bemerkung, (*Analog. de l'électr. et du magnet.*, T. II, p. 217—266,) führt. Ich finde mich zu dieser Berichtigung veranlasst, weil sonst mancher, durch jenes Urtheil abgehalten, das Eigenthümliche der Ansicht seiner Prüfung nicht unterwerfen möchte.

*) Voigt's *Magazin*, X. Band, 2. St., S. 1 bis 15.

der in verſchiedenartigen Sieben geſchüttelten Pulver erhielt, veranlaſsten mich, auch die Electricität verſchiedenartiger Pulvergemenge zu unterſuchen. Die Art, wie dieſe Verſuche angeſtellt werden, iſt völlig die Aldiniſche; *) ſie bedarf daher keiner Erläuterung.

Verſuch			
1	Schwefel und Braunſteinkalk	+	wenig geſchieden, die Sterne etwas bläſſer
2		—	die Zirkel mehr dunkel
3	Schwefel und Talkerde	+	die Sterne etwas gelber
4		—	die Zirkel ſehr weiſs
5	Braunſtein und Talkerde	—	kein merkbarer Unterſchied
6		+	eben ſo
7	Gelber und rother Bleikalk	+	etwas gelber die Sterne
8		—	die Zirkel etwas röther
9	Rother Bleikalk und Zinkkalk	+	die Flecken weiſs
10		—	nicht merkl. unterſchieden
11	Rother Bleikalk u. Kupferkalk	+	die Sterne grünlich
12		—	die Flecken röthlich
13	Kupferkalk u. Schmalte	+	nicht merklich verſchieden
14		—	
15	Kupferkalk u. Schwefel	+	nicht merklich verſchieden
16		—	
17	Kupferkalk u. weiſser kohlenſaurer Bleikalk	+	nicht merklich verſchieden
18		—	
19	Schmalte u. rother Bleikalk	+	eben ſo
20		—	

*) *Annalen der Phyſik*, IV. Band, S. 422.

Verſuch		
21	Schwarzer u. roth. Queckſilberkalk	+ ſchwarze Sterne
22		— rothe Zirkel
23	Schmalte u. ſemen Lycopodii	+ blaue Sterne
24		— gelbe Zirkel
25	Gelber und ein ſchlecht rother Bleikalk	+ die Sterne gelber
26		— die Zirkel röther
27	Vollkommener u. unvollkommener, aber wenig von einander verſchiedener Eiſenkalk	+
28		— nicht merklich verſchieden
29	Vollkommener u. unvollkommener Spieſsglanzkalk	+ der Farbe nach nicht merklich verſchieden
30		—
31	Schwefel und rother Bleikalk	+ die Figuren fleiſchfarbig und gelb abſtechend gegen den umgebenden Staub
32		— die Zirkel auffallend roth
33	Schwefel und vollkommener Eiſenkalk	+ die Sterne heller
34		— die Zirkel dunkler
35	Schwefel und rother Queckſilberkalk	+ die Sterne vollkommen gelb
36		— die Zirkel vollkommen roth
37	Schwefel und ſchwarzer Queckſilberkalk	+ die Sterne nicht ſo auffallend gelb
38		— die Zirkel nicht ſo auffallend ſchwarz

Verſuch		
39	Rothes Siegellack u. Schwefel	+ die Sterne gelb
40		— die Zirkel vollkommen roth, ganz ohne Beimiſchung des Schwefels
41	Rothes Siegellack u. Braunſteinkalk	+ die Sterne röthlich
42		— die Zirkel ſchwärzlich
43	Rothes Siegellack u. weiſses Glas	+ die Sterne röthlich
44		— die Flecken weiſslich
45	Rothes Siegellack und ſehr fein geſtoſsene Kieſelerde	+ die Sterne röthlich
46		— die Zirkel weiſslich
47	Fein geſtoſsene Kieſelerde und roth. Bleikalk	+ die Sterne weiſs
48		— die Zirkel roth
49	Kalkerde und rother Bleikalk	+ die Sterne weiſs
50		— die Zirkel weiſs
51	Kalkerde, (ätzende,) und rother Bleikalk	+ die Sterne weiſs
52		— die Zirkel ebenfalls
53	Zucker und rother Bleikalk	+ die Sterne weiſs
54		— die Zirkel roth
55	Rothes und ſchwarzes Siegellack	+ die Sterne ſchwärzlich
56		— die Zirkel roth
57	Kohlenſaurer und rother Bleikalk.	+ wenig verſchieden
58		—

Gern hätte ich dieſe Verſuche auch auf Gemenge verſchiedener gefeilter Metalle und verſchiede-

ner Erden ausgedehnt, beide, um sie nach ihrem Verhältnisse zum Sauerstoffe dabei zu prüfen. Theils war es aber, besonders das letztere, wegen der Uebereinstimmung der Farben unmöglich, theils konnte ich die Metalle nicht hinlänglich fein gefeilt erhalten. Ich muss daher diese Versuche mit mehrern andern auf die Zukunft verschieben.

Zwar bieten jene Versuche uns keine auffallenden Resultate dar, doch immer einiges, wodurch wir, in Verbindung mit den Versuchen anderer, der Aufgabe uns nähern können. Der Einfluss der Farbe, den Cigna *) schon wahrnahm, auf die Bestimmung der Electricität zweier an einander geriebener Körper, bestätigt sich in Versuch 7 und 8; 9 und 10; 21 und 22; 23 und 24; 25 und 26; 31 und 32; 33 und 34; 35 und 36; 37 und 38; 39 und 40; 47 und 48; 53 und 54; 55 und 56. Der Körper, dessen Farbe die geringste Brechbarkeit hat, wird von zwei an einander geriebenen Körpern immer positiv, der gar kein Licht zurücksendet, immer negativ.

Ausnahmen davon machen Versuch 31 und 32; 43 und 44; 45 und 46. Statt dass jedoch diese Ausnahmen davon abschrecken sollten, hier eine bestimmte Regel zu suchen, führen sie vielmehr darauf, dass die Farbe hier wohl nur als Zeichen der chemischen Eigenschaft, als Zeichen der grössern oder geringern Sauerstoffanziehung desselben

*) *Miscell. societatis Taurinensis*, Ann. 1765, p. 31 seq. Cavallo's *Abhandlung*, I. Th., S. 310.

Körpers, nach Herrn Voigt's Theorie, *) alſo hier nur in Verſuch 7 und 8, 21 und 22, 25 und 26 etwas beweiſen können, da hingegen die Uebereinſtimmung in den übrigen Fällen nur zufällig ſey. Aber dieſe ſowohl, wie alle übrige Verſuche beweiſen, worauf ſchon ältere Verſuche führten, **) daſs von zwei an einander geriebenen Körpern immer der dem Sauerſtoffe näher verwandte negativ werde; ein Geſetz, welches bald, wie ich zeigen werde, durch das allgemeine Geſetz für alle Electricitäts-Erzeugung beſtätigt und berichtigt wird.

Man kennt bis jetzt nur zwei Arten der Entſtehung der electriſchen Entgegenſetzung: Veränderung der Lage und Veränderung der Miſchung. Ob jene nur wegen einer damit verbundenen chemiſchen Veränderung, ob dieſe nur wegen der damit verbundenen Bewegung wirke, darüber wird die Betrachtung des beiden Gemeinſchaftlichen Aufſchluſs geben. Zuerſt von dieſer.

Ein ſehr wichtiger Verſuch iſt die von Volta ***) zuerſt beobachtete Hervorbringung der negativen Electricität durch das Kochen des Waſſers

*) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, B. III, S. 250.

**) Cavallo's *Abhandlung*, I. Theil, S. 21 bis 22. Schelling's *Ideen zur Phil. der Natur*, Leipzig 1797, S. 56.

***) Volta's *Meteorologiſche Briefe*, Leipzig 1793, I. B., S. 257.

in einem isolirten Gefäfse. Das Wasser wird hier nicht in seiner Mischung verändert, der Wasserdampf ist auch Leiter der Electricität; der Gegensatz findet also nicht zwischen dem Wasserdampfe *) und dem Gefäfse, sondern zwischen ihnen und der umgebenden Luft statt. Dasselbe findet aber nicht statt, sobald das Gefäfs das Wasser zersetzt; wenn dieses z. B. auf ein bis zum Glühen erhitztes Eisen gegossen wird. Das Gefäfs wird hier, nach Saussüre's **) und Volta's Versuchen, positiv-electrisch, wobei sehr wohl das entwickelte Wasserstoffgas eine entgegengesetzte Electricität haben kann. Ueberhaupt hat man wahrgenommen, dafs bei der Entwickelung des Wasserstoffgas durch Säuren aller Art immer positive Electricität dem Gefäfse bleibe. ***) Mit jenem Versuche nicht übereinstimmend scheint beim ersten Anblicke eine andere Beobachtung Volta's, ****) dafs, wenn man Zinn und Silber auf einem angefeuchteten Tuche einander berühren läfst, jenes Zeichen

*) Vergleiche Tralles *Beitrag zur Lehre von der Electricität*, Bern 1786.

**) Saussüre's *Reisen*, III. Band, S. 264 u. f.

***) Volta am angeführten Orte, S. 262. Lavoisier's *Physisch-chemische Schriften*, IV. Theil, S. 59 bis 62.

****) Gren's *Neues Journal*, IV. Band, S. 129.

von negativer, dieſes von poſitiver Electricität giebt. Nun wird aber, nach Fabroni, *) Aſch und Andern, jenes oxydirt, woraus wenigſtens ſchon hervorgeht, daſs die Oxydation nicht die Electricität beſtimmt. Noch bemerken wir Electricität beim Feſtwerden der Chokolade, des Talgs, **) des Schwefels, ***) des eingedickten Terpenthin-Oehls ****) u. ſ. w.; und daſs wir nur bei dieſen und einigen andern Electricität auch nach dem Erkalten wahrnehmen, liegt allein daran, weil nur dieſe als Nichtleiter zu Electrophoren werden und die Electricität aufbewahren.

So verſchieden auch alle dieſe Veränderungen ſeyn mögen, ſo finden wir doch an allen Eine, an den meiſten ſogar nur dieſe Veränderung, nämlich *Wärme-Capacitäts-Aenderung*. Bei der Verwandlung des Waſſers in Dampf wird die Wärme-Capacität des Waſſers vergröſsert. *****) Bei dem

*) *Annalen der Phyſik*, IV. B., S. 430. von Humboldt *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, I. Th., S. 472.

**) von Crell's *Annalen* für 1784, II. Band, S. 119.

***) *Eben daſelbſt*, II. Band, S. 127.

****) Von Boyle gefunden. S. de Loys *Abregé chronolog. pour ſervir a l'hiſt. de la Phyſique*, Tom. III, p. 45.

*****) Nach Crawford iſt die Wärme-Capacität

des Waſſers	1,000
des Waſſerdampfs	1,550

Uebergiefsen des glühenden Eifens zwar auch, nur mufs man bedenken, dafs, fo weit das Waffer diefes berührt, es zerfetzt wird und dafs hier fich Eifen-Oxyd und Waffertoffgas zugleich bilden, dafs diefes ein Nichtleiter ift, und gröfsere Wärme-Capacitäts-Vermehrung als das Eifen erhält. *) Eben fo wird die Wärme-Capacität des in Säuren oxydirten Metalls, in Verhältnifs der Wärme-Capacitäts-Vermehrung bei der Verwandlung des Waffers in Waffertoffgas, nur wenig vermehrt. **) Das ift bei der Oxydation an der atmofphärifchen Luft nicht der Fall, alfo auch bei den Voltafchen Verfuchen mit verfchiedenen Metallen nicht, da, nach Fabroni's ***) und meinen Verfuchen, (fiehe Anmerkung 1,) hier keine Waffererzerfetzung, fondern eine Zerfetzung jener erfolgt. Hierdurch wird aber

Crawford *Ueber thierifche Wärme*, Leipzig 1799, S. 381.

*) Nach Crawford ift die Wärme-Capacität

des Eifens	0,1269
des Eifen-Oxyds	0,2500
des Waffers	1,000
des Waffertoffgas	21,400

alfo die Zunahme der Wärme-Capacität des Waffers viel gröfser. Am angeführten Orte, S. 381 und 382.

**) Nach Crawford vermehrt fich zwar die Wärme-Capacität aller Metalle durch die Oxydation, aber fie bleiben doch alle in den Zehntheilen.

***) *Annalen der Phyfik*, IV. B., S. 431.

die Wärme-Capacität der Luft vermindert, des Zinnes vermehrt. *) Auch beim Feſtwerden der Körper wird die Wärme-Capacität vermindert. *In allen dieſen Fällen wurde der Körper, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern vergröſsert wurde, negativ-; der, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern vermindert wurde, poſitiv-electriſch.*

Dieſes Geſetz wird uns auch bei den Erfahrungen über die durch Reibung erregte Electricität nicht verlaſſen. Wenn von zwei in aller Rückſicht gleichen Bändern eins erwärmt, und dann beide an einander gerieben werden, ſo wird das erwärmte negativ.**) Wie ich nachher, (Anmerkung 2,) zeigen werde, nimmt die Wärme-Capacität durch Erwärmung ab, alſo brachte auch hier, wo das Erwärmtere erkaltete, das Kältere erwärmt wurde, die Wärme-Capacitäts-Vergröſserung negative Electricität hervor. Die Erwärmung und der Widerſtand der Friction beim Reiben ſind bei gleichen Körpern am ſtärkſten; von dieſer Erfahrung wird

*) Nach **Crawford** iſt die Wärme-Capacität

des Zinnes	0,0704
des Zinn-Oxyds	0,0990
des Sauerſtoffgas	4,7490
der atmoſphäriſchen Luft	1,7900
des Stickgas	1,0454

Am angeführten Orte.

) **Gardini *Ueber das electriſche Feuer*, Dresden 1793, S 55.

ſeit langer Zeit im Maſchinen-Weſen Gebrauch gemacht: hingegen iſt die Electricität beim Reiben gleicher Körper entweder todt oder nur ſehr ſchwach. *) Die ſtete Berührung beim Reiben zweier Körper bringt die ſtärkſte Wärme hervor, die unterbrochene Berührung die ſtärkſte Electricität. Durch das Zwiſchenkommen eines oxydirbaren Körpers wird die Wärme beim Reiben vermindert; **) ſtarke Electricität kann beim Reiben nur bei der Anwendung und Oxydation eines leicht oxydirbaren Körpers erhalten werden. Endlich iſt auch die Erwärmung beim Reiben im luftdünnen Raume, nach Pictet's Verſuchen, ***) ſtärker, die Electricität ſehr ſchwach. ****) Endlich zerſtört Erwärmung die Electricität; nicht Wärme überhaupt, ſondern erzeugte Wärme durch das Reiben beim Electriſiren.

Aus allen dieſen Gegenſätzen geht hervor, daſs die Erwärmung durch Reibung ein dem Electriſiren durch Reibung ganz entgegengeſetzter Prozeſs ſey.

*) Wilken's *Phyſikaliſch-mathematiſche Aufſätze*, Göttingen 1790, S. 58.

**) Es iſt ein ſehr gewöhnlicher Kunſtgriff der Arbeiter, das zu ſtarke Erhitzen der Feilen durch aufgeſtrichenes Oehl zu verhindern.

***) Pictet's *Verſuch über das Feuer*, Tübingen 1790, S. 191.

****) van Marum's *Abhandlung über das Electriſiren*, Gotha 1777, S. 57.

Nun ist mit Erwärmung Capacitäts-Verminderung beider erwärmter Körper nothwendig verbunden; also haben wir schon hieraus Grund, zu schliefsen, dafs beim Electrifiren das Entgegengesetzte, Wärme-Capacitäts-Vergröfserung, sich findet. Diese Erwartung täuscht uns auch nicht, wenn wir Achtung geben, was auf dem Reibeküssen vorgeht. Hier wird ein leicht oxydirbares Metallgemisch, (Zink-, Zinn- und Queckfilber-Amalgema, gewöhnlich etwas oxydirt,) mit einem ftärker oxydirbaren Körper, (thierifches Fett,) der es völlig desoxydirt, aufgeftrichen. Nach einiger Zeit, wenn fie electrifirt werden, findet man es oxydirt, und die Electricität ift äufserft fchwach. Jede Oxydation vermehrt aber die Wärme-Capacität; es ift alfo auch hier wiederum, wie bei der durch chemifche Veränderungen erregten Electricität, Wärme-Capacitäts-Aenderung, negative Electricität. Der Wärme-Capacitäts-Vergröfserung ftehet eine Wärme-Capacitäts-Verminderung des desoxydirten Körpers *) entgegen. **) Diefer ift hier kein anderer als die Luft. Diefe Electrifirung der Luft durch Desoxydation, oder vielmehr durch Wärme-Capacitäts-Vermin-

*) Vergleiche die Beftimmungen Crawford's der Wärme-Capacität der atmofphärifchen Luft, des Sauerftoffges u. f. w., vorher.

**) Es bedarf wohl keiner Erinnerung, dafs das oben angeführte Gefetz für die Nähe der Verwandtfchaft zum Sauerftoffe unmittelbar hieraus folge.

derung, zeigen uns van Marum's Verſuche auffallend, *) wo, nach wenigen Umdrehungen der Maſchine, die Luft des ganzen Saals merkbar poſitiv-electriſch geworden war; auch beobachtete er, daſs die negative Electricität des negativen Leiters ungleich ſchwerer ſich verbreitete, da ſie doch gleich ſtark war: ein Verſuch, der ſehr für meine Meinung ſpricht. Auch bin ich überzeugt, daſs das Zuſammendrücken der Luft ebenfalls poſitive Electricität hervorbringt, ungeachtet ich keine beſtimmten Verſuche dafür anführen kann, wenigſtens ſcheint mir meine Erklärung **) der negativen Electricität an der ältern Marumſchen Electriſir-Maſchine aus dieſer Zuſammendrückung der dem Glaſe adhärirenden Luft im Queckſilber, noch immer ſehr wahrſcheinlich. Read's Verſuche, ***) welche negative Electricität in Treibhäuſern in der Nähe von Miſthaufen, an den Verſammlungsorten einer groſsen Zahl von Menſchen zeigten, ſtreiten nicht gegen meine Meinung, denn hier geht nicht bloſs eine die Wärme-Capacität vermindernde Desoxydation, alſo poſitive Electriſirung, vor ſich, ſondern auch Verbindung mit Kohlenſäure, und beſonders Verdün-

*) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 243.

**) *Theorie der electriſchen Erſcheinungen*, S. 68.

***) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, II. Band, S. 72, 75 u. f.

ſtung. *) Daſs dieſes letztere insbeſondere die Urſach ſey, beweiſen die Treibhäuſer, wo die Luftgüte ſelten ſchlechter, oft ſogar gröſser iſt, als in der Atmoſphäre. — Die durch das Electriſiren hervorgebrachte poſitive Luft legt ſich an die Glasſcheiben der Marumſchen Maſchine, und macht ſie poſitiv, bis ſie ihnen durch ſtärkere Anziehung entriſſen und fortgeleitet wird. Zu dieſem ganzen Prozeſſe wurde ein Nichtleiter vorausgeſetzt.

Vielleicht, daſs jemand hier nach einer genauern Anzeige fragte, was die Leitungsfähigkeit der Körper beſtimme? Doch dazu muſs ich vorher noch einige Erfahrungen anführen. Gardini **) fand, daſs lange wiederhohltes Electriſiren die Wärme-Capacität des Queckſilbers vergröſsere; H. Juch***) ſah Eiſenfeil, die in einer Kleiſtiſchen Flaſche geweſen war, beym Herausnehmen ſchnell glühen und ſich verkalken. Ferner bemerken wir, daſs Leitungsfähigkeit für Electricität mit Leitungsfähigkeit für die Wärme in Verhältniſs ſteht. Da nun, nach Mayer's Geſetz, ****) $L : l = \frac{1}{MA} : \frac{1}{m\alpha}$ iſt, (wo A und α die Wärme-Capacitäten bezeichnen;) ſo ſieht man die Abhängigkeit der Leitungs-

*) Die Menge von Waſſer, womit die Luft durch das Athmen geſchwängert wird, iſt bekannt.

**) Gardini *Ueber das electriſche Feuer*, S. 59.

***) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 493.

****) Mayer *Ueber den Wärmeſtoff*, S. 251.

fähigkeit für Electricität von der Wärme-Capacität. Wir bemerken aufserdem, dafs wir keine Leitungsfähigkeit wahrnehmen würden, wenn es keine Nichtleiter gäbe, dafs die Leitungsfähigkeit eines und deſſelben Körpers nicht in Verhältnifs ſeiner Maſſe, ſondern ſeiner Oberfläche ſtehe; *) eine Erfahrung, für deren Genauigkeit uns zwei Beobachter, Achard**) und Coulomb, ***) bürgen. Aus allem dem läſst ſich folgern, dafs an der Oberfläche des Leiters und des Nichtleiters zwey entgegengeſetzte Prozeſſe, Wärme-Capacitäts-Vergröſserung auf der Oberfläche des einen, Wärme-Capacitäts-Verminderung auf der Oberfläche des andern, vorgehen: ein Punkt, worauf die Ueberſicht der Erfahrungen uns ſchon einigemahl zurückführte.

Die Nichtleitung eines Körpers kann alſo auch eben ſowohl durch die Gröſse der Wärmeleitung, als dadurch beſtimmt werden, in wie fern ſeine Oberfläche die Wärme-Capacität ändern kann, ohne den Zuſammenhang des Ganzen zu ſtören oder eine chemiſche Veränderung darin hervorzubringen.

Jenes

*) Es iſt zu bedauern, dafs man von dieſer Erfahrung nicht allgemeinen Gebrauch macht, ſondern noch immer in manchen Gegenden Eiſenbarren zu den Blitzableitungen gebraucht.

**) Achard's *Sammlung phyſikal. und chym. Abhandl.*, Berlin 1784, S. 19.

***) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, III. B., S. 58.

Jenes ist beim Glase überhaupt, dieses beim befeuchteten Glase *) nicht der Fall, daher sie Nichtleiter sind. Die Leitungsfähigkeit der Leiter wird folglich durch die Zerstörbarkeit der Nichtleiter beschränkt, und die entgegengesetzten Eindrücke, die Herr Kortum **) und einige andere an den vom electrischen Funken durchbohrten Körpern wahrnehmen, sind Folge der verschiedenen, aber auf beiden Seiten geänderten Wärme-Capacität. Eben so erklärlich wird daraus der *Herbertsche* Versuch, der beim Durchschlagen des electrischen Funkens durch ein gut ausgekochtes Barometer Luft entwickelte; ***) denn wer weiss es nicht, dass ohne unvorsichtige Bewegung auch aus dem am besten ausgekochten Queckssilber allmählig wieder Luft aufsteigt, und ein wiederhohltes Auskochen nothwendig macht? Was dort lange Abwechselung der Temperatur thut, leistet hier die schnelle Capacitäts-Aenderung im Augenblicke. Der Schluss, den Herr Heidemann ****) daraus macht, ist daher unrichtig.

*) *Annalen der Physik*, III, S. 19.

**) Voigt's Magazin, X. B., 3 St., S. 47.

***) *Theoriae phaenom. elect.*, Vindob. 1778, p. 51.

****) *Vollständige Theorie der Electricität*, Wien 1799, §. 600. Auch die übrigen Versuche in Gasarten, die einen materialen Grundstoff der Electricität, und zwar den Sauerstoff und Wärmestoff, (II. B., S. 149.) beweisen sollen, können dies nicht leisten, weil keine Gasart von Wasser befreiet wurde.

Da nun die Veränderung der Wärme-Capacität, (durch Erwärmung,) im chemiſchen Prozeſſe ſo groſſe Veränderungen hervorbringt, durch Electriſirung die Wärme-Capacität verändert wird; ſo läſst es ſich leicht vorherſehen, daſs die Electricität Wirkungen hervorbringen wird, die ſonſt nur bei ſehr veränderter Temperatur *) vorgehen. Als Beiſpiel will ich nur die Verwandlung der atmoſphäriſchen Luft in Salpeterſäure und Stickgas, die Verkalkung und Reduction **) der Metalle anführen. So wie alſo durch die vom Reiben hervorgebrachte Erwärmung die Oxydation des Amalgama angefangen hat, iſt dieſe ſich ſelbſt Quelle der entſtehenden Oxydation, Wärme-Capacitäts-Vergröſserung und Electricität, geweſen.

Wir müſſen einräumen, daſs ohne einen Nichtleiter, (oder, was einerlei iſt, ſchlechten Leiter,) Electricität weder entſtehen, noch die entſtandene wahrgenommen werden könne. Wollen wir nun, nach dem Sprachgebrauche, eine Verbindung von Leitern eine Kette nennen, ſo können dieſe Leiter keine electriſche Gegenſetzung gegen einander haben. Das Erforderniſs iſt daher Unterbrechung derſelben. Es kann daher die Electrici-

*) Es wäre hier am unrechten Orte, alle Abhandlungen über den Einfluſs der Temperatur auf chemiſche Verwandtſchaft anzuführen; eine neue hat Guyton dem Nationalinſtitute vorgelegt.

**) Marum's *Beſchr. der Electr.*, I. Heft, S. 37, II., S. 13—22 u. ſ. w.

tät allgemein auch als *Wirkung in einer unterbrochenen Kette betrachtet werden*; eine Anſicht, wodurch die *galvaniſchen Erſcheinungen* *) in ihre Sphäre fallen, und beide gegenſeitig ſich der Geſetze erfreuen werden, denen jede einzeln ſich unterworfen findet. Ich glaube dadurch meinen Gegenſtand vollſtändig ins Auge gefaſst zu haben: ob mein Blick ſich bei dieſer weiten Ausſicht nicht verirrt hat; mögen andere entſcheiden. Für jetzt bleibt mir wenigſtens ein auch in Rückſicht anderer Theile der Naturwiſſenſchaft höchſt wichtiges Reſultat, daſs die Electricität *keine Materie als Grundſtoff aufzuweiſen habe*, ſondern daſs ſie, nur in einem gewiſſen Verhältniſſe der Körper gegen einander gegründet, nie der *ſpiritus ſylveſtris* der Chemie werden könne, den der geiſtreichſte Phyſiker unſrer Nation darin ahndend bewillkommte. **)

*) Wenn man bei dieſen Erſcheinungen von einer geſchloſſenen Kette ſpricht, ſo iſt das eigentlich nur ein eingeführter, aber kein richtiger Sprachgebrauch; welches am beſten Volta's *Verſuche über die verſchiedene Electricität verſchiedener Metalle*, (Gren's *Neues Journal*, IV. B., S. 128,) beweiſen.

**) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 153.

Anmerkungen.

A. *Verſuche über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beſchleunigung des chemiſchen Prozeſſes.*

1. Die Wirkung der Berührung verſchiedener Körper auf ihre Oxydation findet auch bei Nichtleitern, die Wirkung der Kettenverbindung nur zwiſchen Leitern der Electricität ſtatt. — Aus dem *Aſchiſchen*, vom Herrn von Humboldt *) beſtätigten, Verſuche über die Oxydation des Zinks auf dem Glaſe, ſchien das Gegentheil des erſtern hervorzugehen. Zur Prüfung legte ich eine Stange *Schwefel* auf einen ſtarken, polirten Eiſendraht; einen zweiten Draht mit einem gleichen Stücke Schwefel, doch ohne daſs ſich beide berührten, in ein anderes Glas: beide ſetzte ich einer mäſsigen Erwärmung aus. Nach einiger Zeit war das Eiſen im erſten Glaſe ganz mit ſchwarzem Eiſen-Oxyd überzogen, das ſich nur an der einen Seite, aber wenig mit dem Schwefel verbunden hatte. Wenn ich dagegen Schwefel in die Kette **) brachte, war ſie völlig unwirkſam. Dieſer oxydirenden Kraft des Schwefels ſchreibe ich auch die reizende Wirkung auf das Keimen des Saamens zu, welche Herr von Humboldt ***) beobachtete.

*) *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, I. Th., S. 472—474.

**) Von ihrem Erfinder, Herrn Ritter, beſchrieben, *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 80.

***) *Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen*, Leipz. 1794, S. 77.

2. Die Wirkung des Schwefels in der Beförderung der Oxydation ſteht in Verhältniſs mit ſeiner Verwandſchaft gegen das Metall. — Auf Eiſen, Queckſilber und Zink legte ich Schwefelſtangen, übergoſs ſie mit Waſſer, und brachte alle in eine gleiche Temperatur; dieſelben Metalle legte ich einzeln in drei andere mit Waſſer gefüllte Gläſer. Nach gleicher Zeit war das Eiſen viel ſtärker als in dieſen, das Queckſilber etwas mehr, das Zink gar nicht mehr als in dieſen verkalkt.

3. Auch die Kettenverbindung bedarf zur ſtärkern Oxydation im Waſſer, die Gegenwart der atmoſphäriſchen Luft. — Fabroni*) bemerkte die Nothwendigkeit ihrer Gegenwart in den Berührungsverſuchen. Um zu verſuchen, ob daſſelbe auch in den Kettenverbindungen ſtatt fände, bedeckte ich die Oberfläche des Waſſers der einen mit Oehl, die andere blieb frei. Nur bei der letztern konnte ich verſtärkte Oxydation bemerken. Ich halte dies

*) *Annalen der Phyſik*, IV. B., S. 431. Zu S. 433 muſs ich noch bemerken, daſs Prouſt eine niedrige Oxydation des Kupfers mit 0,17 Sauerſtoff bemerkte, welche tetraedriſche weiſse Kryſtalle lieferte, die am Lichte violett wurden. (Scherer's *Journal*, IV. B., S. 191.) Sie unterſcheiden ſich alſo wohl durch Farbe und Kryſtalliſation; aber man muſs bedenken, wie bei der ſehr zu vermuthenden Kleinheit der Fabroniſchen Kryſtalle die Kryſtalliſation nicht genau beſtimmt, und die Farbe durch Licht noch weiter abgeändert werden konnte.

für eine neue Beſtätigung meiner Vermuthung über die Wirkung des Waſſers in den Verſuchen der *Fulhame*. Die Wirkung der Gegenwart der Luft zeigte ſich mir auch bei der Auflöſung des Zinks in Queckſilber. Zwei gleiche Glasröhren, die auf Queckſilber ſtanden, worauf Zinkſtangen lagen, wurden mit Waſſer gefüllt; die eine war über dem Waſſer zugeblaſen, die andere offen. Da nun Oxydation die Amalgamation verhindert, ſo hatte ſich in dem verſchloſſenen Gefäſse noch einmahl ſo viel Zink aufgelöſt, als in dem andern.

4. Auch bei der Berührung mit Luft wirkt das Oxyd eines Metalles von geringerer Anziehung zum Sauerſtoffe, oxydirend auf die Berührungs-, wie auf die Kettenverſuche. — Fabroni *) fand dieſe Wirkung nur beim Ausſchluſſe der Luft. Ich legte ſchwarzen, oft ausgewaſchenen Silberkalk in zwei Gläſer: in das eine brachte ich eine Kettenverbindung aus Eiſen und Zink; in das andere beide Metalle, aber ohne Verbindung; in ein drittes Glas brachte ich ebenfalls jene Kettenverbindung; in ein viertes die Metalle getrennt: alle vier wurden mit Waſſer gefüllt. Kein Verſuch kann geſchickter ſeyn, die Wirkungen der Kettenverbindungen darzuthun, als dieſer. In dem erſten Glaſe war faſt die ganze Oberfläche wie ein Stern mit Zink-Oxyd bedeckt, auch war viel auf den Boden des Gefäſses gefallen; es war viel mehr Zinkkalk, als in allen übrigen erzeugt,

*) *Annalen der Phyſ.*, IV. 431.

auch in dem zweiten hatte ſich mehr als im vierten gebildet. Ob der Silberkalk wirklich zum Theil entſauerſtofft werde, kann ich wegen der Vermiſchung mit dem Zinkkalke nicht entſcheiden. Das Hornſilber ſchien mehr reducirt dadurch. Eben dieſe Erſcheinungen zeigten mir auch die Berührungsverſuche.

5. Die Kettenverbindung und die Berührung wirken nicht nur oxydirend auf das oxydirbarere Metall, ſondern ſie verhindern auch die Oxydation des weniger oxydirbaren. — Ich hatte ſchon einigemahl bemerkt, daſs in den Kettenverbindungen aus Eiſen und Zink jenes weniger als bei der Trennung verkalkt werde, und bemühte mich daher, dieſen Unterſchied noch ſichtbarer zu machen. Dies gelang mir auf mehrere Art. Zuerſt in Gläſern, worin Silberkalk lag. Noch beſſer, wenn ich ſtatt des Waſſers ſalpeterſaure Silberauflöſung mit vielem Ueberſchuſſe an Säure nahm. Nachdem ich beide, ſowohl die Kette, als die beiden einzelnen Metalle, gleiche Zeiten hatte auflöſen laſſen, wobei ich in der Stärke des Aufbrauſens keinen ſehr merklichen Unterſchied wahrnahm, war die Flüſſigkeit der Kette grün, die letztere gelb, das Eiſen hatte folglich in der Kette einen geringern Grad der Oxydation angenommen. Auch ſchien es mir, als wenn ſich bei der Reduction des Kupfers aus der Verbindung mit Schwefelſäure durch Eiſen und Zink mehr Kupfer an das Zink in der Kette, als an das einzelne Zink angeſetzt, aber weniger Kupfer an das Eiſen in der

Kette, als an das einzelne Eisen angesetzt habe; doch waren diese Unterschiede nicht so grofs, dafs sie nicht auch durch zufällige Umstände hätten hervorgebracht werden können. Auf die stärkere Oxydation des oxydirbarern Metalles wirkt die Kettenverbindung ebenfalls stark. Ich legte Eisen und Zink verbunden in salzichte Säure und auch getrennt in ein anderes Gefäfs. Die Kettenverbindung schien etwas stärker aufzubrausen. Nach einer Stunde schwamm eine Menge schwarzen unvollkommnen Zink-Oxyds in den andern, aber in diesem nur sehr wenig, und selbst das war grau.

Einen auffallenden Erfolg hatte auch der Versuch, als ich in zwei Gläser voll gesättigten schwefelsauren Eisens, in das eine Kupfer und Eisen verbunden, in das andere getrennt stellte. Beide setzte ich in gleiche Wärme, und als ich sie nach einigen Stunden betrachtete, war das Kupfer in der Verbindung, so weit es in der Flüssigkeit stand, schwarz, das andere gelb überzogen, auf dem Boden beider Gefäfse lag viel gelber Eisenkalk. Am andern Morgen, nachdem beide der Luft ausgesetzt gewesen waren, war jenes an der Oberfläche ebenfalls gelb geworden, und verhielt sich, so wie dieser, ganz wie Eisenkalk. Dies widerspricht scheinbar dem Versuche mit der Salzsäure, denn auch hier hatte sich das oxydirbarere Metall in der Verbindung in ein Oxydule verwandelt; aber dieser Widerspruch verschwindet, indem die Schwefelsäure hier gesättigt war, eigentlich also nicht mehr Oxydule aufnehmen konn-

te. Auffallend ist aber die Erscheinung, dass sich das Eisen-Oxydule auf das Kupfer abgesetzt hatte.*) Noch will ich eine Erfahrung, aber nicht für ganz ausgemacht, anführen, da ich sie zwar öfter, aber nicht immer machte. Zwei krumm gebogene Metalldrähte, (gewöhnlich Eisen oder Zink,) gleicher Art, lagen mit ihrem einen Schenkel in einem mit Wasser gefüllten Glase, mit dem andern der eine in Schwefelsäure, der andere in kohlensaurem Kali. Alle drei Gläser standen einige Zeit auf dem Ofen, und fast immer war der Draht, dessen anderer Schenkel in Säure lag, zuerst oxydirt und stärker.

B. *Erläuterungen aus der Wärmelehre.*

Die Ansicht der Wärme als Ausdehnung, von der ich schon mehreremahl Gebrauch gemacht habe,**) bedarf einer Rechtfertigung, da sie von den gewöhnlichen Vorstellungen von Wärmestoff, als Materie, oder von Bewegung, als Ursach der Wärme, ganz abweicht. Ich will sie, wenn gleich noch unvollständig, hier zur Prüfung vorlegen.

1. Wir haben, wie durch die Bemühungen mehrerer Physiker erwiesen, keinen Grund, eine besondere Materie als Ursach der Wärme anzunehmen; entweder alle Materie ist Wärmestoff, oder es giebt

*) Es reiht sich dieses vielleicht an Rumford's Bemerkungen über Wahlverwandtschaft, *Annalen der Physik*, II. B., S. 258.

**) *Theorie der electrischen Erscheinungen*, S. 93.

gar keinen. Eben ſo wenig Grund haben wir, wenn gleich Erwärmung mit Bewegung begleitet iſt, das Weſen der Wärme in Bewegung zu ſetzen. Ausdehnung iſt das einzige, allgemeine, die Erwärmung begleitende Merkmahl. Wir haben alſo allen Grund, dieſe als Urſach der Empfindung anzunehmen. Ausdehnung in dieſem Sinne bedeutet zunächſt nur Vergröſserung der Raumeserfüllung. Betrachten wir aber, daſs wir gar keinen Grund haben, ein Aufhören, eine Grenze der Zuſammenziehung durch Erkältung anzunehmen, (einen abſoluten Null-Punkt des Thermometers;) ſo tritt hier Ausdehnung auch in ſeine andere Bedeutung, als Raumeserfüllung. Erwärmung und Erkältung hieſsen dann weiter nichts, als gröſsere oder geringere Freiheit der Kraft, die den Raum erfüllt. Die abſolute wärmende Kraft ſteht daher in demſelben Verhältniſſe, wie die Freiheit der den Raum erfüllenden Kraft. Dieſe verhält ſich umgekehrt, wie die Beſchränkung oder wie die Dichtigkeiten; alſo, bei gleichen Maſſen, wie die Volumina, bei gleichem Volumen, umgekehrt wie die Maſſen. Die Gröſse der Kraft, (die abſolute Capacität,) die dazu erfordert wird, eine Maſſe in verſchiedene Volumina auszudehnen, wird ſich aus Gründen, deren Entwickelung hier zu weit führen würde, umgekehrt wie die Volumina verhalten; *) daher iſt der Zuſammenhang zwiſchen der ſpecifiſchen Capacität und der Ausdehnung der

*) Vergl. *Annalen der Phyſ.*, B. II, S. 244.

Körper durch gleiche Temperaturänderungen erklärlich.

2. Aus diesem folgt, dass die Temperatur und Capacität im umgekehrten Verhältnisse stehen, dass es eben so viele Ursachen der Erwärmung und Erkältung, als der Aenderungen der Capacität, und überhaupt Aenderungen des Verhältnisses der Kräfte giebt, also entweder durch *chemische Verbindungen* der Materien, (die Abhängigkeit der specifischen Wärme-Capacität von der chemischen Beschaffenheit ist bekannt,) oder durch Einwirkung auf einander in die Ferne.

3. Durch chemische Verbindungen können die beiden Körper entweder verändert oder nicht verändert werden; im erstern Falle waren sie verschieden, im letztern von Einer Art.

4. Wir wollen den zweiten Fall, wenn Körper gleicher Art, (die sich chemisch verbinden,) aber von verschiedener Temperatur mit einander vermischt werden, zuerst betrachten. Die Temperatur des Körpers *A* sey t, sein Volumen v, seine Masse m, sein specifisches Gewicht s. Die Temperatur des Körpers *B* sey t', sein Volumen v', sein specifisches Gewicht s. Nach dem 1, verhielt sich, bei gleichem Volumen, $t : t' = m' : m$, also hier, wo jeder einzelne Körper in dem ganzen Raume von $v + v'$ verbreitet ist, $m' + m : m = t : \frac{mt}{m'+m}$ und $m' + m : m' = t' : \frac{m't'}{m'+m}$, also die gemeinschaftliche Temperatur

$t'' = \frac{mt + m't'}{m' + m}$. So find wir zu dem Richmann-ſchen Geſetze gekommen, ohne, wie er, bloſs hypothetiſch anzunehmen, die Temperaturen verhielten ſich umgekehrt, wie die Maſſen.*) Aber aus der Ableitung ſehen wir auch, daſs es nur für Vermiſchungen gilt, wo jede der einzelnen Maſſen jetzt in dem ganzen Raume verbreitet, aber nicht für Mengungen, eben ſo wenig für Vermiſchungen, wodurch die chemiſche Beſchaffenheit geändert wird.

5. Der erſte Fall, oder die Aufgabe, wie viel Wärme bei der Verbindung verſchiedenartiger Körper entſtehe, iſt noch keinem Geſetze unterworfen; wahrſcheinlich wird hier der Körper einen eben ſo groſsen Temperatur-Ueberſchuſs oder Erniedrigung zeigen, als erfordert würde, ihn von dem beobachteten zu dem berechneten ſpecifiſchen Gewichte zu bringen. Doch fehlt es zur Prüfung an den nöthigen Erfahrungen.

6. Die zweite Hauptaufgabe, über die Erwärmung ohne Miſchung, ſcheint ſchwieriger: ſie hat auch die meiſten Hypotheſen erzeugt; die nähere Betrachtung hellet ſie indeſſen leicht auf. Gewöhnlich hat man das Gleichgewicht der Wärme als ausgemacht, als gegeben betrachtet, und die Urſache der Störung, es ſey durch Erwärmung oder Erkältung, aufgeſucht. Richtiger ſcheint indeſſen

*) *Nov. Comment. Acad. Petrop.*, T. I, p. 52.

der entgegengesetzte Weg, da, der stete Wechsel in der Materie gegeben, erst die Ursache des Gleichgewichts aufgesucht werden muss. Wir finden dieses Gleichgewicht überhaupt nur selten, und nur da, wo weder Veränderungen der Lage noch der Mischung vorgehen; nothwendig ist diese Bedingung, weil *nur* unter diesen Umständen die Einwirkung der Körper auf einander sich nicht ändern kann. Dadurch ist die durch Reibung und durch chemische Verbindungen hervorgebrachte Erwärmung erwiesen.

7. Man hat in die Wärmelehre den Begriff von Capacität oder specifischer Wärme eingeführt, (die hier von dem eben angegebenen Begriffe der absoluten Capacität auch durch den Beisatz des specifischen unterschieden werden könnte,) und bezeichnet dadurch das Verhältniss zweier gleich schwerer Körper von gleicher Temperatur auf einen dritten von ungleicher Temperatur, um diese auf die Temperatur des letztern zu bringen, oder, wie es auch ausgedruckt werden kann, die verhältnismässigen Quantitäten freien Wärmestoffs, die in zwei Körpern von gleichen Massen und Temperaturen, aber verschiedener Qualität, enthalten sind. *) Es bieten die Erfahrungen, so unbestimmt sie auch seyn mögen, viel Merkwürdiges, besonders in Rücksicht des chemischen Verhältnisses dar; nur ist es zu bedauern, dass den

*) Mayer *Ueber den Wärmestoff*, Erlangen 1791, S. 47.

fleifsigſten Beobachtern derſelben, wie Wilke, Crawford, Kirwan u. a., in der Ueberzeugung, ſie ſey beſtändig, in welche Materie der zu unterſuchende Körper eingetaucht würde, ſobald nur die Capacität dieſer gegen den zur Einheit angenommenen Stofs beſtimmt ſey, dieſe Unterſuchungen nicht weiter ausgedehnt haben. Der Crawfordſche *) Beweis, dafs die Wärme-Capacität eines Stoffes, ſo lange er ſeinen Zuſtand nicht ändert, gleich ſey, gilt nur für die mit der Vermiſchung gleichartiger Körper angeſtellten Verſuche und nur in Rückſicht der Unempfindlichkeit unſrer Inſtrumente. Wir ſahen, (§. 1,) 1. dafs ſich die Kraft, die gleiche Temperatur-Aenderungen in demſelben Körper hervorbringen ſollte, (ſo lange dieſer ſeinen Zuſtand nicht geändert,) im umgekehrten Verhältniſſe der Voluminum, in welche dieſer ſich ausdehnt, ſtehen müſſe. Nun beträgt, nach Herrn Schmidt's **) Verſuchen, die Ausdehnung des Waſſers von 15 bis 48° Reaum. 0,01328; wie würde ſich dieſe Capacitäts-Aenderung bei unſern jetzigen Verſuchen, wo es ſelbſt auf Zehntheile eben nicht ankommt, wahrnehmen laſſen? Für die Mengungen verſchiedener Stoffe zeigt auch die Erfahrung, dafs die Capacität veränderlich ſey. Crawford's

*) Crawford *Ueber thieriſche Wärme*, S. 45 bis 54. Mayer *Ueber den Wärmeſtoff*, S. 50.

**) Gren's *Neues Journal*, I, S. 227.

wiederholter Verſuch *) bewies, daſs die kalt machende Kraft der erkalteten Blechfläche ſtärker geweſen, als die warm machende der wärmern. Eben ſo iſt unter 13 Reihen der Wilkeſchen **) Verſuche nur Ein, ***) und zwar ein ſehr abweichender Verſuch, in welchem das Maximum der Capacität, das hier nach der Temperatur der Flüſſigkeit beurtheilt wird, nicht auf die höhere Temperatur des erwärmten Körpers gefallen wäre; ein ſicheres Zeichen, da die Flüſſigkeit ſich ſtärker ausdehnt, als der feſte Körper, daſs in dieſe Temperatur ſie zu erheben, verhältniſsmäſsig weniger Wärme erfordert wird, als in die niedrigere. Auch die beiden Verſuche Crawford's ****) mit Kalk und Alkohol, (das ſpecifiſche Gewicht war 0,7, er war folglich ſehr waſſerfrei und daher ſeine chemiſche Wirkung ſehr geringe,) war von gröſserer Erwärmung als bei der höhern Temperatur. Bei den übrigen Verſuchen iſt entweder eine chemiſche Wirkung möglich, oder es ſind die Umſtände nicht gleich. Man ſieht daraus, daſs nur dieſer einzige Verſuch von ihm angeſtellt wurde, woraus man ſchlieſsen konnte, ob die Capacität beſtändig ſey, daſs die Capacität durch Erwärmung, ſo lange

*) Am angeführten Orte, S. 31.

**) v. Crell's *Neueſte Entdeckungen in der Chemie*, X. Th., S. 163 bis 201.

***) Die neunte Reihe, S. 181.

****) Am angeführten Orte, S. 230.

ſie den Zuſtand nicht ändert, auch nicht verändert werde. Theorie und Erfahrung führten mich auf das Entgegengeſetzte, daſs ſie unter dieſen Umſtänden durch Erwärmung abnimmt, daſs folglich die Capacitäten immer für einen beſtimmten Wärmegrad beſtimmt werden ſollten, und daſs dieſe Beſtimmung vielleicht einzig richtig Lavoiſier's Calorimeter geben könne.

C. *Ueber die Ausdehnung des Waſſers in der Nähe des Gefrierpunktes.*

(Zweifel gegen die bisher angeführten Beweiſe dieſer Ausdehnung. Sichere Methode, darüber zu entſcheiden. Das Waſſer ſcheint ſich, je näher es dem Gefrierpunkte kommt, immer mehr zu oxydiren.)

Eine Ausnahme von der ſonſt allgemein beſtätigten Regel, daſs durch Erwärmung die Körper ausgedehnt werden, glaubt man in der von Mairan, de Luc *) und, (um nur der neueſten genaueſten Verſuche zu erwähnen,) auch von Gilpin, **) Schmidt ***) und Lefèvre-Guineau ****) beobachteten Ausdehnung unter 4° Reaumur.

*) *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, I. Th., S. 439.

**) Gren's *Neues Journal*, II. B., S. 374.

***) *Eben daſelbſt*, I. B., S. 228.

****) *Journ. de Phyſ.*, T. VI, p. 169.

zu finden. Aber ich habe Grund, theils die Sache selbst noch nicht für ganz ausgemacht zu halten, theils, wenigstens so, wie sie vorgestellt wird, daran zu zweifeln, weil die Versuche auch einer andern Erklärung fähig sind.

Man hat dieses Gesetz sowohl durch Wasser, das in eine Thermometer-Kugel und Röhre eingeschlossen, (wie de Luc,) als auch durch Aufsuchung des specifischen Gewichts, (wie Schmidt und Lefèvre-Guineau,) bestätigt; aber könnte nicht diese Abweichung in beiden Fällen, (da beide Instrumente doch nur den Unterschied der Ausdehnung beider durch gleiche Grade der Wärme angeben,) aus der Zusammenziehung des Glases erklärt werden, die vielleicht fast gleichförmig fortgeht, wenn jene immer mehr abnimmt? Es wäre in diesem Falle eine ähnliche Täuschung, wie das anfängliche Fallen der Thermometer mit starken Kugeln, wenn man man sie in eine heisse Flüssigkeit bringt. *)

Diesen Zweifeln auszuweichen, glaube ich das folgende einfache Werkzeug sehr geschickt. Es besteht, (Taf. I, Fig. 5,) aus zwei starken Thermometer-Röhren, *ab* und *cd*, von denen jene 5 Fuss, diese ungefähr 1 Fuss Länge hat, und durch ein weites Gefäss, in dessen Boden diese, in dessen Höhe jene eintritt, verbunden sind. Die Röhre *ab*

*) S. *Abhandlungen der Petersburger Akademie*, II. B., S. 24, und IV. B., S. 216 bis 234.

ist mit Wasser, *cd* mit Queckſilber gefüllt, *eé* ist die Grenze zwiſchen dem Queckſilber und dem Waſſer im Gefäſse, und kann, da das Gefäſs weit ist, als beſtändig angenommen werden. Die ſpecifiſchen Gewichte werden ſich daher umgekehrt verhalten, wie die Höhen des Waſſers und Queckſilbers *en* : *ém*. Durch Eintauchen in eine kalte Flüſſigkeit und Beobachtung des Thermometers darin wird man, nach vorhergegangener Unterſuchung des ſpecifiſchen Gewichts des Queckſilbers bei o° Reaum., beſtimmen können, ob das Waſſer von 4° Reaum. ab ſich wieder ausdehne. Herr Stoppani hatte für mich ein ſolches Inſtrument ſehr geſchickt ausgeführt; durch einen unangenehmen Zufall füllte ſich aber die Röhre *ab* an mehrern Stellen mit Unreinigkeiten, und machte mir für jetzt die Anſtellung der Verſuche unmöglich. Erfreulich würde mir es ſeyn, wenn ein Naturforſcher, der dazu Gelegenheit und Muſse hätte, recht bald dieſe Unterſuchung, die in phyſikaliſcher Hinſicht ſowohl, wie auch für das metriſche Syſtem der Franzoſen wichtig iſt, beendigte.

Schon Nicholſon ſcheint die Unzulänglichkeit der bisherigen Beweiſe für die Ausdehnung des Waſſers in der Nähe des Gefrierpunktes gefühlt zu haben; wenigſtens ſagt er, dafs die Rumfordſche Erfahrung *) mit dem Talge, der ſich kugelförmig erhebt, ſtatt ſich zu ſenken, ihm der einzige ſichere

*) *Annalen der Phyſik*, III, S. 281.

Beweis dafür sey. Dieser Versuch scheint aber weit leichter aus der allgemein gefundenen Tropfenbildung der Flüssigkeiten in Stoffen, gegen die sie weniger Anziehung als unter sich zeigen, abgeleitet werden zu können.

Ich sagte, dass, wenn ich auch die Sache annehme, ich wenigstens zweifle, ob sie ganz so sey, wie man sie vorstellt. Das Wasser scheint nämlich beim Erwärmen vom Gefrier- bis zum Siedepunkte nicht ein und derselbe Stoff zu bleiben, sondern in seiner Mischung sich ununterbrochen zu ändern; und eben diese Veränderlichkeit seiner Mischung, diese wahrscheinlich zunehmende Oxygenation bis zum Gefrierpunkte herab, ist es, die es zu der Zwischenrolle bei Oxydationen und Desoxydationen, (nach den Versuchen der Fulhame *) und Rumford's,) **) eignet.

Die Luft, welche wir durch Kochen aus dem Wasser entwickeln, hält Herr von Humboldt***) für eingemengt. Aber welchen Grund haben wir, sie nicht für chemisch damit verbunden zu halten? Nennt er doch auch das Schneewasser ****) oxyge-

*) Fulhame *Ueber die Wiederherstellung der Metalle*, Göttingen 1798. Doch muss man bei ihren Versuchen den wichtigen Grundsatz nicht vergessen: *Corpora non agunt nisi soluta.*

**) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 11.

***) *Ueber die unterirdischen Gasarten*, S. 45.

****) *Ueber die chemische Zerlegung des Luftkreises*, S. 164.

nirt, und erkennt doch auch nur durch dieſelben Mittel, wie dort, die Güte der daraus entwickelten Luft. Da dieſe Verbindung übrigens vollkommen den Charakter der Homogenität hat, ſo kann ich es auch nicht anders, als eine chemiſche Verbindung nennen. Nun finden wir, daſs die Luft, aus erwärmtem Waſſer entwickelt, ſtickgasreich, *) die Luft aus dem vorher ſehr erkälteten und nun erwärmten Waſſer oxygenreich **) iſt; was kann man anders ſchlieſsen, als: daſs ſich im letztern Falle mehr Oxygen damit verbunden hat? Ich füllte zwei Gläſer mit demſelben Waſſer von 12° Reaum., und ſperrte ſie in zwei verſchiedenen Schalen mit Queckſilber. Die eine Schale ſetzte ich in die Kälte; ihre Temperatur wurde bis zu 0° Reaum. erniedrigt; auch hatte ſich etwas Eis gebildet. Die andere behielt die Temperatur 11°,5 Reaum. Nun brachte ich in beide gleich viel derſelben hellen Auflöſung des ſchwefelſauren Eiſens. In der warmen fiel ſogleich ein ſtarker Niederſchlag zu Boden; in der kalten blieb die Auflöſung gelblich, ohne Niederſchlag, bis ſie erwärmt wurde. Herr Juch ***) bemerkte, daſs eine gewiſſe Temperatur dazu erfordert würde, um das Waſſer mit dem Sauerſtoffe zu verbinden. Ferner fanden la Hire, ****)

*) Vergleiche, auſser ſehr vielen andern Erfahrungen, *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 374.

**) Haſſenfratz im *Journ. polyt.*, Cah. I.

***) Scherer's *Journal*, II. B., S. 495.

****) *Mem. de l'Acad. de Paris*, p. 1693.

Hook, *) Mairan **) und Kraft die Refraction des Waſſers gröſser als im Eiſe. Nach den Verſuchen des Letztern verhielt der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Winkels der Refraction ſich im Eiſe wie 1000 : 713, im Waſſer wie 100 : 75. ***) Was kann man aus dieſen Erfahrungen anders folgern, als daſs das Eis ein oxydirtes Waſſer ****) und daſs die Anziehung des Waſſers gegen den Sauerſtoff mit der Verminderung der Temperatur zunimmt. Auch fand de Lüc, *****) daſs dieſe Ausdehnung durch Verbindung des Waſſers mit Kochſalz vermindert, durch Verbindung mit Luft vermehrt würde.

Nicht das Waſſer, welches ſich anfangs durch Erkältung zuſammenzog, dehnt ſich nun aus, ſondern durch Miſchungsveränderung wird nicht nur die Zuſammenziehung aufgehoben, ſondern es wird ſogar noch ausgedehnt. Hiermit ſcheint auch die allgemeine Erfahrung in Verbindung zu ſtehen, daſs zugepfropfte Gläſer, wenn einige Luft darin iſt, nicht ſo leicht beim Frieren zerſpringen, als offene, wie ich dieſes im jetzigen Winter wieder oft beſtätigt gefunden habe. — Es verſteht ſich wohl, wenn wir hier auf die Behauptungen der Anmerk. B. Rückſicht neh-

*) *De Loys abregé de l'Hiſt.*, II, p. 59.

**) *Journ. des Savans*, *Ann.* 1719, p. 580.

***) *Abhandl. der Petersb. Akademie*, III. B., S. 466.

****) Neutonis *Optice*, Lond. 1706, p. 233.

*****) *Unterſuchung über die Atmoſphäre*, I, S. 440.

men wollen, dafs das Umgekehrte: Jede Ausdehnung mufs mit Erwärmung begleitet seyn; nicht daraus folgt, dafs jede Erwärmung immer auch Ausdehnung ist, oder dafs dieses Umgekehrte nur für die Stoffe gilt, die sich selbst eine Grenze, (wie feste und tropfbarflüssige,) gesetzt haben, wo also nicht die Ausdehnung durch die Veränderung der fremden Grenzen bestimmt wird, wie bei den luftförmigen.

D. *Ueber einige Wirkungen des Blitzes und die Ursach des Donners.*

(Die Wirkungen der vermeinten electrischen Materie werden durch Ausdehnung und Zersetzung der Luft, des Wassers u. s. w. hervorgebracht. Das Rollen des Donners ist Folge der unendlich vielen, in nicht unterscheidbaren Zeiten auf einander folgenden Schallzurückwerfungen.)

Die Beschreibungen merkwürdiger Wirkungen des Blitzes haben sich stark vermehrt, seitdem man aufmerksamer auf diese Erscheinungen wurde, ohne dafs wir in der Erklärung derselben seit Franklin weiter vorgerückt wären. Doch bleibt noch immer viel Räthselhaftes in diesen Erscheinungen. Wie doch wohl derselbe Blitz, der von einem schwachen Drahte, ohne etwas zu beschädigen, in ein Zimmer geleitet ist, hier alles verwüstet, Wände einwirft, die schwersten Lasten fortschleudert? Wir mögen unsrer Einbildungskraft alle Gewalt anthun; ihn, wie unsre Vorältern, als einen festen, wie die Neuern, als einen flüssigen Körper betrachten: beide

müſſen ſich erſt nach dem Eindringen ins Zimmer bilden, beide ſich auch hier wieder zerſtören.

Wenn wir dieſen Wink beachten, ſo dringt ſich uns die Frage auf: ob ſich die Wirkungen des Blitzes wohl unmittelbar aus der ſogenannten electriſchen Materie, oder nicht vielmehr aus einer Veränderung in gewiſſen Stoffen, die hier eingeſchloſſen waren, erklären laſſen, ſo wie man vom Zerſprengen erwärmter Gefäſse durch die in ſie eingeſchloſſene Luft nicht ſagt, die Wärme habe ſie zerſprengt, ſondern *die eingeſchloſſene* Luft. Nun haben wir in Adam's, van Marum's, Dize's*) Verſuchen die Luft von ſehr geringen electriſchen Funken ausgedehnt. Welche auſserordentliche Ausdehnungen derſelben wird dann nicht der ohne Vergleich mächtigere Funken im Blitze hervorbringen! Dazu kömmt dann noch die Zerſetzung der Luftarten und des Waſſers, und die Verwandlung des in der Luft aufgelöſten Waſſers in Waſſerdunſt. Wenn man dieſes auf die Erſcheinungen bei merkwürdigen Blitzſchlägen, (z. B. in Voigt's *Magazin*, I. B., 3 St., S. 143,) anwendet, ſo werden dieſe leicht zu erklären ſeyn. Ich übergehe daher die weitere Ausführung.

Ohne behaupten zu wollen, daſs die Aufhebung der Reizbarkeit, die van Marum**) als die Urſach des Todes der vom Blitze *Erſchlagenen* angiebt,

*) *Annal. der Phyſ.*, IV. B., S. 416.

**) Rozier *Obſerv.*, Tom. XXXIII, p. 65.

einzig eine Folge der durch die plötzliche partielle Wärme-Capacitäts-Aenderung und Erwärmung hervorgebrachten Ueberreizung ſey, (eine Vermuthung, die manches für ſich hat;) ſo glaube ich wenigſtens, daſs das Niederwerfen, die Betäubung vieler, die, ohne vom Blitze getroffen zu ſeyn, nur in der Nähe waren, wo es einſchlug, eine Folge des plötzlichen Luftdrucks auf die Reſpirations-Werkzeuge ſey. Von mehrern Beiſpielen will ich nur zwei anführen, die dieſes beſtätigen.*) Ein Boot auf der Seine wurde vom Blitze getroffen. An einem dabei umgekommenen Manne fand man mehrere Quetſchungen, die Lungen ſchlaff, das Blut wie aus den Blutgefäſsen herausgedrückt. Ferner hat ein beim Einſchlagen eines Blitzes Betäubter ausgeſagt,**) er habe den Blitz geſehen, und den *Druck* gefühlt, der ihn zu Boden geworfen. Auch der Vorfall mit dem verſtorbenen Erxleben***) läſst ſich daraus erklären.

Dieſe plötzliche Ausdehnung der Luft iſt auch eine Haupturſache des *Donners* ſowohl, wie des Knalls bei unſern electriſchen Verſuchen im Kleinen. Mitwirken kann aber auch noch die Veränderung des Luftdrucks bei der Entladung der Wolke, da,

*) Reimarus *Neuere Bemerkungen vom Blitze*, Hamburg 1794, S. 119.

**) *Hannöv. Magazin*, 1781, S. 1276 — 1298.

***) *Götting. Magazin*, herausg. von Lichtenberg und Forſter.

nach den Beobachtungen des Herrn Rosenthal,*) bei der Annäherung des Gewitters das Barometer jedesmahl ſteigt. Daſs der Donner in der Entfernung länger tönt,**) läſst ſich aus der Menge von Zurückwerfungen der ſchallenden Luft erklären, das Rollen des Donners aus dem ſchnellen Aufeinanderfolgen dieſer Zurückwerfungen, wobei jedes einzelne Echo nicht mehr unterſchieden werden kann.

E. *Anmerkungen und Verſuche über den Einfluſs der Electricität auf die Kryſtallenbildung.*

Aldini***) führte uns in einen neuen Wirkungskreis der Electricität. Kann ich auch auf dieſem Wege nicht weiter fortgehen, ſo wird doch ſelbſt die Unterſuchung, wie ſicher er iſt, nicht ganz unwichtig ſeyn.

Da die Electricität ſich hier in der Formgebung des Eiſes ſo wirkſam zeigen ſoll, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, ſie ebenfalls als Urſach der beſtimmten Geſtaltung der übrigen Kryſtalle anzunehmen. Daſs dieſe Electricität in den ſich kryſtalliſirenden Flüſſigkeiten nicht iſt wahrgenommen worden, iſt

*) Lichtenberg's *Magazin*, IV. B., St. 1, S. 2.

**) Daſſelbe hat man auch beim Abknallen der Schwaden in Gruben erfahren, wo die, welche ſie zufällig entzündeten, nur wenig, und die entfernten Arbeiter das Krachen hörten. S. *Phil. Transact.*, Vol. XV, p. 450.

***) *Annal.*, B. IV, S. 426.

noch kein Zeichen ihrer Abweſenheit; es kann ſelbſt ſeyn, daſs dieſe Electricität, in ſich ſelbſt begrenzt, nur beim Uebergange zur Kryſtalliſation ſich bildet und aufgehoben wird. Zeigen nicht mehrere Kryſtalle, wie der Turmalin,*) Zeolith,**) Boracit,***) das Marienglas ****) u. m., merkwürdige electriſche Eigenſchaften, die bloſs in ihrer *Form* gegründet ſind, und mit dieſer zerſtört werden?

Das wäre freilich mit Wahrſcheinlichkeit geſchloſſen: ob aber auch mit Wahrheit; das iſt eine eine andere Frage. Denn eben jene einzige Aehnlichkeit, die Aldini zu der Begründung brauchte, die Zahl der Strahlen an den Staubfiguren und am Schnee, die Winkel, (von 60°,) unter denen ſie ſich an einander ſetzen; dieſe Uebereinſtimmung findet hier gar nicht ſtatt. Sollte endlich ſogar dieſe Uebereinſtimmung nicht ſo vollkommen, oder jene Schneebildung anders zu erklären ſeyn, ſo fiele ſelbſt alle Wahrſcheinlichkeit weg. Aldini nennt die ſechsfache Strahlenbildung der Staubfiguren ein gewöhnliches Phänomen. Den Erfolg zeigte die

*) Bergmann *de vi electrica turmalini*, Opusc., V, p. 402. So wie die Turmaline, Tab. IV, 1 und 2, abgebildet ſind, laufen die Kryſtalle auch unter Winkeln von 60° zuſammen

**) Cavallo's *Abhandl. von der Electricität*, Leipz. 1797, II. Th., S. 384.

***) Ilany in den *Mémoires de l'inſtitut national*, T. I, *math. et phyſ.*, p. 55.

****) Gren's *Journal der Phyſik*, B. VII, S. 87.

Wiederholung gar nicht, bei den gröfsern vieläftigen Sternen konnte man die gröfsere Zahl auf fechs Hauptäfte zurückbringen: aber, wie Herr Profeffor Gilbert und mehrere andere, in deren Gefellfchaft ich diefe Verfuche zu wiederholen das Vergnügen hatte, meinten, fo wäre es auch oft nicht fchwer gewefen, mehr oder weniger herauszubringen. Hier zur Ueberficht eine Reihe der etwas beftimmtern:

Verfuch		Verfuch	
1	6	8	4
2	6	9	6
3	6	10	5
4	9	11	5
5	8	12	3
6	6	13	6
7	6	14	6

Uebrigens war hier gar nicht an gleiche Winkel von 60° zu denken. Nachher fand ich, dafs die Verfuche regelmäfsiger angeftellt werden können, wenn man die Kugel von der Flafche abfchraubt, und mit der Spitze den Harzkuchen berührt. Ich erhielt hier fehr beftimmte Figuren, aber die Gleichheit der Winkel fand fich nie; die Regelmäfsigkeit der Strahlenzahl eben fo wenig. Hier nur einige zur Probe:

Verfuch	15	6
	16	5
	17	5
	18	6
	19	7 u. f. w.

Zum Beweiſe, daſs mich nicht allein der Zufall getroffen, jene regelmäſsigen Strahlenzahlen nicht zu erhalten, will ich hier auch die Strahlenzahl aller deutlich unterſcheidbaren Sterne aus den Kupfern zu Lichtenberg's *Abhandlung* *) ausziehen.

Stern I — 7
Stern II — 6
Stern III — 7
Stern IV — 7
Stern V — 6

Noch wichtigere Gründe finden ſich gegen die Erklärung Aldini's vom Hagel aus negativer, vom Schnee aus poſitiver Electricität. Nicht nur, daſs man dann immer, wenn negative Electricität wäre, Hagel erhalten müſste,**) da man doch auch negative Electricität beim Schnee wahrnimmt, ſondern es zeigt auch die genauere Betrachtung der Hagelkörner, daſs ſie im Innern völlig die ſtrahlige Kryſtalliſation des Schnees ***) haben. Hier wären alſo, was Aldini ****) ſelbſt für unmöglich hält, negative

*) Lichtenberg *de nova meth.* etc. *Novi Comment. ſociet. Gotting.*, T. VII, p. 172.

**) H. von Humboldt nahm beim Schneien denſelben Wechſel zwiſchen + und — wahr, wie Herr Lampadius beim Gewitter. *Annalen der Phyſik*, B. III, S. 82.

***) de Lüc's *Ideen über Meteorol.*, II. Th., S. 115.

****) *Annalen*, IV. B., S. 426.

und positive Electricität zugleich an einem und demselben Orte *) der Atmosphäre.'

Für jetzt glaube ich daher schliefsen zu müssen, dafs die Electricität noch keine erwiesene Ursach der Schnee-Kryftallisation sey. Dazu kömmt noch, dafs die Schnee-Kryftallisation vielleicht aus der durch den gegenseitigen Druck und die Adhäsion der, (durch Versuche erwiesenen,) veränderten Gestalt der Dunstbläschen hervorgebracht werden. Wenigstens fand ich, indem ich Schaum auf Seifenwasser bildete, dafs beim Durchschnitte der Blasen und des Glases sich gar kein Kreis durch die Wasserwände, sondern regelmäfsige Achtecke gebildet hatten. Eben so auch, von oben angesehen, hatten die Blasen eine achteckige Form. Wenn nun der Frost eine Trennung der Flächen und Zusammenziehung in Nadeln verursacht, so wird man leicht alle die verschiedenen Schneeverbindungen erhalten können, die Haffenfratz **) und andere beobachtet haben.

Meine Versuche über den Einfluss der Electricität auf kryftallisirende Flüssigkeiten, indem ich eine durch einen Metallfaden mit dem ersten Conductor verbundene Metallkugel in die Flüssigkeit hing, zeigten mir nichts Auffallendes, als dafs die Kry-

*) Herr Seiferheld bildete seinen Hagel bei einer Temperatur von — 13° R., wo es keiner Electricität bedurft hätte, sondern nur einer kleinen Erschütterung, (s. *Annal. der Physik*, I. B., S. 475,) um den Tropfen am Conductor gefrieren zu machen.

**) Voigt's *Magazin*, III. B., 3 St., S. 34.

ſtalle beim Electriſiren, es mochte poſitiv oder negativ ſeyn, kleiner wurden, und ſich mehr an die Kugel, als an die Seiten des Gefäſses anhingen. Die Abſcheidung einiger Kryſtalle aus dem halbkohlenſauren Kali, (*Oleum tartari per deliquium,*)*) ſcheint wahrſcheinlich eine vollkommene Sättigung eines Theils des Kali mit Kohlenſäure zu ſeyn, auf Unkoſten des andern; eine Wirkungsart, die dem electriſchen Funken in den meiſten Fällen eigenthümlich iſt.

*) Cavallo's *Abhandl.*, B. I, S. 293.

V.

BEITRÄGE ZUR HYGROMETRIE

von

M. A. F. Lüdicke.

(Fortſetzung. Ann., II, 70.)

7. *Verbeſſerung des neuen Hygrometer-Steins und Verſuche mit demſelben.*

In dem 3ten Stücke des 1ſten Bandes dieſer Annalen hatte ich zu unterſuchen verſprochen: wie groſs die Wirkung der Wärme auf das Stein-Hygrometer ſey, und ob man mittelſt deſſelben die in einem Cubik-Fuſse Luft befindliche Feuchtigkeit ohne Corrections-Tafel beſtimmen könne. Da ich aber Erden entdeckt hatte, die bei gehöriger Bearbeitung Steine gaben, welche die Beſtimmung des trocknen und feuchten Punktes viel beſſer, als der natürliche Stein aushielten: ſo nahm ich mir vor, die verſchiedenen neuen Steinarten zuvörderſt zu unterſuchen, mit dem natürlichen Steine in Anſehung des geſchwinden Annehmens und Verlierens der Feuchtigkeit zu vergleichen; ſie ſo viel als möglich zu verbeſſern, und mit ihnen alsdann jene Unterſuchungen anzuſtellen.

Zu dieſer Vergleichung erwählte ich anfänglich meine Goldwage, welche bei der geringen Schwere der Steine 0,05 As bemerkte. Sie befand ſich in ihrem Gehäuſe an einem ruhigen Orte, damit

nicht ein Luftſtrom einen Stein mehr, als den andern treffen, und ihn eher abtrocknen konnte. In dieſem Gehäuſe befand ſich ein Thermometer nach de l'Isle, und ein Stein-Hygrometer mit dem natürlichen Steine, deſſen Grade auf die hundertheilige Skale reducirt wurden. Bei jedem Verſuche wurden beide zu vergleichende Steine auf einem Bleche ſehr erhitzt, und ſchnell abgewogen; dieſes Erhitzen und Abwägen aber, der Sicherheit wegen, noch einmahl wiederhohlt. Als die Steine kalt geworden waren, wurden ſie jeder für ſich an einen ſchwachen Draht gehängt, und zu gleicher Zeit in reines Waſſer getaucht, welches ſehr nahe die Temperatur der Stubenluft hatte; hierauf ein paarmahl abgeſchleudert, der noch anhängende Tropfen mit Löſchpapier abgenommen, und ſo geſchwind als möglich abgewogen. Bei dieſem Abwiegen durfte nur das Gewicht eines Steines beſtimmt werden, da das Gewicht des andern, der in der andern Wageſchale lag, mittelſt des Ausſchlages gefunden werden konnte. Damit aber die Steine der Luft beſſer ausgeſetzt ſeyn möchten, wurden ſie in den Wageſchalen auf die hohe Kante geſtellt.

1. *Vergleichung der beiden, in den Ann. d. Ph.*, II, 70, *angeführten Steinarten.* Der braunrothe Stein wird bei mir mit No. 24, und der ſchwarzbraune mit 29 bezeichnet. Beide Steine ſind hier dünner, und daher leichter, als die daſelbſt angegebenen Steine.

	No. 24.	No. 29.	Zeit.	Wärme der Luft.	Feuchtigkeit der Luft.
Trocken	14,7 As	14,2 As			
Feucht	16,8	16,2	3′	128	
	16,1	15,8	18′	128	23
	15,6	15,3	33′	128	durchgängig
	15,4	14,9	48′	128	
	15,3	14,7	3′1	127	
	15,3	14,7	18′	127	

Beide Steine haben ihre Feuchtigkeit in gleicher Zeit, nämlich während einer Stunde, verloren, und sind in dieser Rücksicht von gleicher Güte. Da jedoch No. 24 von 2,1 As angenommener Feuchtigkeit noch 0,6 As, No. 29 aber von 2 As Feuchtigkeit nur 0,5 As bei sich behalten hat; so findet man, wenn man auf das ganze Gewicht der angenommenen Feuchtigkeit 100 Theile rechnet, dass die beibehaltene Feuchtigkeit bei No. 24 28, und bei No. 29 25 Theile der hunderttheiligen Skale geben würde. Hieraus erhellet, dass No. 29 vollkommner abgetrocknet sey und den Grad des Hygrometers sehr nahe erreicht habe. Dieser kleine Unterschied ist wahrscheinlich dem Aufsitzen der Steine in den Wageschalen zuzuschreiben, da ich ihn bei allen meinen Versuchen bemerkt habe.

Um jedoch die Steinsorte No. 29 so viel als möglich vollkommner zu machen, oder eine andere bessere Steinart zu finden; bereitete ich nach und nach eine Menge Massen, unter welchen ich diejenigen, welche die Bestimmung beider Punkte aushielten, theils mit No. 29, theils unter einander

auf vorhergehende Art verglich, und hierdurch bewogen ward, die 64ſte Steinart, welche eine Abänderung von No. 29 war, für die beſte zu halten.

2. *Vergleichung des Steins No. 64 mit dem aſtrachanſchen Täfelchen*, welches mir noch übrig iſt. Es iſt eben ſo dick, als der künſtliche Stein, aber faſt um die Hälfte kleiner. Es muſste ſehr ſchnell in das Waſſer getaucht, und ſo geſchwind als möglich abgeſchleudert werden, da ſchon bei einigen vorhergehenden Verſuchen unterhalb kleine Stücke losgeweicht worden waren.

	No. 64.	Aſtrach.	Zeit.	Wärme der Luft.	Feuchtigkeit der Luft.
Trocken	16,9 As	9,7 As			
Feucht	19,25	10,75	25′	125	
	18,45	10,45	40′	124	19¼
	17,7	10,15	55′	123	
	17,5	9,95	10′	124	
	17,5	9,95	25′	124	

Bei dieſem Verſuche muſste der Stein No. 64 ſpäter eingetaucht werden, weil der natürliche Stein nach dem Eintauchen und Abſchleudern noch 1 bis 2 Secunden lang naſs blieb. In dieſer wärmern und trocknern Luft hatte No. 64 ſeine Feuchtigkeit in ¾ Stunden verloren, da er zu Ende des Verſuchs an der hunderttheiligen Skale 21 Theile gegeben haben würde. Der aſtrachanſche Stein hingegen würde 23 Theile gegeben haben; er konnte alſo noch nicht alle überflüſſige Feuchtigkeit verloren haben. Die fernere Abnahme der Feuchtigkeit konnte auch

an dieſer Wage nicht bemerkt werden, da obiger kleiner Unterſchied nur einzelne Hunderttheile des As betrug. Um mich daher noch gewiſſer von der verhältniſsmäſsigen Güte beider Steine zu überzeugen, ſtellte ich dieſen Verſuch mittelſt zweier, in den *Annal. der Ph.*, I., St. 3, beſchriebenen, Inſtrumente an, welche ſo nahe als möglich neben einander aufgeſtellt wurden. Der aſtrachanſche Stein wurde hier ebenfalls, wegen des ſpätern Verſchwindens der vielen Näſſe, zuerſt eingetaucht, und bei beiden Steinen wurde der feuchte Punkt gleich nach dem Verſchwinden des auf ihrer Oberfläche befindlichen Waſſers beſtimmt.

3. *Vergleichung des Steins No. 64 mit dem natürlichen, an zwei Hygrometer-Inſtrumenten.*

	No. 64.	Aſtrach.	Zeit.	Wärme der Luft.
Trockner Punkt	$-\frac{1}{2}$	+1		
Feuchter Punkt	$43\frac{1}{2}$	36	3 U. 19′	124
	$18\frac{1}{2}$	18	34′	123
	$13\frac{2}{3}$	15	39′	123
	10	13	44′	123
	9	12	49′	123
	$8\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	54′	123
	8	$11\frac{1}{4}$	59′	123
	$7\frac{1}{4}$	11	4 U. 4′	122
	$7\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	9′	122
	$7\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	14′	122
	$6\frac{7}{8}$	10	19′	122
	$6\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{2}$	24′	122
	$6\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{8}$	29′	123
	$6\frac{7}{8}$	8	5 U.	123

Nach $4\frac{1}{2}$ Uhr ward ich unterbrochen, dafs ich nicht eher als um 5 Uhr nachſehen konnte. Es iſt aber aus deſſen verhältnifsmäſsiger Abnahme zu vermuthen, dafs der natürliche Stein ſeine überflüſſige Feuchtigkeit innerhalb $1\frac{3}{4}$ bis $1\frac{7}{2}$ Stunde verloren habe, da ihn dieſelbe bei einer andern Vergleichung, obwohl in einer um 2 Grad wärmern Luft, in 1 Stunde 20 Minuten verlaſſen hatte. Bei dem künſtlichen Steine hingegen war ſie in einer Stunde verſchwunden; er würde alſo in dieſer Rückſicht dem natürlichen Steine vorgezogen werden müſſen. Weil ſich jedoch dieſer Stein bei dem Eintauchen ſpäter mit Feuchtigkeit ſättigte, als der natürliche, und dieſerwegen etwas länger in das Waſſer gehalten werden muſste; ſo war zu vermuthen, dafs er ebenfalls die Feuchtigkeit der Luft langſamer annehmen werde. Hiervon ward ich auch ſehr bald überzeugt: denn, als ich das Inſtrument mit dieſem Steine anf einen Teller mit Waſſer unter eine innerhalb angefeuchtete gläſerne Glocke ſetzte, bemerkte ich in den erſten 2 Stunden, dafs er die Dünſte ſpäter, als der Stein No. 29 annahm, welcher alle Feuchtigkeit, die er faſſen konnte, nach einem Verſuche in einem Tage, nach einem andern Verſuche aber in einem Tage 17 Stunden angenommen hatte.

Da ich nun dieſen in anderer Rückſicht guten Stein wegen dieſes Fehlers auf keine Weiſe empfehlen konnte, und dieſen Gegenſtand nicht eher, als nach Erreichung der möglichſt gröſsten Vollkom-

menheit zu verlaſſen wünſchte, auch vorher ſchon bei dem 92ſten Verſuche einen zwar ſehr mürben, und in Rückſicht des Verſchwindens der Feuchtigkeit ſehr langſamen Stein erhalten hatte, der aber unter der Glocke alle Feuchtigkeit, welche er faſſen konnte, in 15 Stunden annahm; ſo unternahm ich, um das geſchwinde Verlieren und Annehmen der Feuchtigkeit mit der Feſtigkeit des Steines zu verbinden, zwar mit denſelben ſchon gut gefundenen Erden, aber mit andern, noch nicht gebrauchten, chymiſchen Mitteln, eine neue Reihe mühſamer Verſuche, zu deren Anſtellung mich vorzüglich die Betrachtung aufmunterte: daſs eine Steinart der einzige Körper ſey, bei welchem eine ähnliche unregelmäſsige Veränderung, als alle übrige bisher zu Feuchtigkeitsmeſſern gebrauchte Körper, wegen der von der Wärme veränderlichen Elaſticität der Faſern, leiden, gar nicht ſtatt finden könne.

Um dieſe Verſuche mit der gehörigen Sicherheit und Gleichförmigkeit anſtellen zu können, ſetzte ich folgende, zum Theil ſchon vorher beobachtete, Regeln feſt: Der zu erwählende künſtliche Hygrometer-Stein ſolle 1. hinlänglich feſt und feiter als der aſtrachanſche ſeyn; 2. das langſame Eintauchen oder das Benetzen mit einem Pinſel, bis deſſen Oberfläche ganz mit Feuchtigkeit überzogen iſt, gut vertragen können; 3. ſolle er, ohne an ſeiner Güte zu verlieren, einige Grade über die Hitze des kochenden Waſſers erhitzt werden dürfen, da man bei Beſtimmung des trocknen Punktes nur die Hitze

des kochenden Waſſers nöthig hat; und 4. ſolle er die Feuchtigkeit, wo möglich, geſchwinder annehmen und verlieren, als der natürliche Stein.

Nunmehr wurden die Steine, welche den drei erſten Bedingungen Genüge leiſteten, zuvörderſt in Anſehung des Annehmens der Luftfeuchtigkeit geprüft, weil die bisher unterſuchten Steine hierin die gröſsten Abweichungen gegeben hatten. Zu dieſer Abſicht beſtimmte ich vorher den trocknen und feuchten Punkt, letztern vermittelſt des Benetzens; und nachdem er abgetrocknet war, erhitzte ich ihn wieder, hing ihn ſogleich an das Inſtrument, welches ſich ſchon vorher nebſt einem Thermometer auf einem Teller mit etwas Waſſer befand, und bedeckte alles mit einer innerhalb angefeuchteten Glasglocke. Hier bemerkte ich zu Anfange jedes Verſuchs ein Paar Stunden hindurch von einer Viertelſtunde bis zur andern, nachher ſtundenweiſe, und endlich in noch gröſsern Zeiträumen, die Grade des Hygrometers und Thermometers, und lieſs das Inſtrument meiſten Theils ſo lange unter der Glocke ſtehen, bis der Weiſer den feuchten Punkt erreicht hatte. Auf dieſe Art hatte ich gefunden, daſs von den beſſern Steinen der erſten Reihe Verſuche 2 Steine in 15 und 17 Stunden, andere aber erſt in 1 bis 8 Tagen von dem trocknen bis zum feuchten Punkte fortgerückt waren. Die hier zu Anfange eines jeden Verſuchs in jeder Viertelſtunde angeſtellten Beobachtungen waren zur Verminderung des Zeitaufwandes ſehr vortheilhaft,

da ich bei einem neuen Steine aus dem Gange des Weifers in den beiden erften Stunden urtheilen konnte, ob der neue Stein geſchwinder, als ein ſchon unterſuchter Stein, die Feuchtigkeit der Luft annehme oder nicht.

Nach den oben angegebenen Regeln und vermittelſt der beſchriebenen Methoden, zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit im Annehmen und Verlieren der Feuchtigkeit, habe ich von der erſten Reihe Verſuche 93, von der zweiten 34, und alſo überhaupt 127 Steinſorten unterſucht, und darunter die 125ſte, vorzüglich aber die 127ſte künſtliche Steinſorte beſſer, als den natürlichen Stein gefunden. Beide Steinarten kommen in der Farbe dem Schiefer oder dem natürlichen Steine ziemlich nahe; auf der einen Seite haben ſie eine hellblaue, auf der andern aber eine mit Weifs vermiſchte hellblaue Farbe; wiewohl ich bei dieſen Unterſuchungen gar nicht auf die Farbe des Steins, ſondern blofs auf Erlangung eines geſchwinden Ganges Rückſicht genommen hatte. Damit man aber den Gang dieſes Steins beurtheilen kann, füge ich folgende Beobachtungen bei.

Annahme der Feuchtigkeit von der 127ſten Steinſorte unter der Dunſtglocke. Der trockne Punkt dieſes Steins war — 1, und der feuchte Punkt, vermittelſt des Benetzens, $62\frac{1}{2}$.

Zeit.	Stand des Weisers.	Wärme.
11 Uhr 45′	0,	138
12 — —	18	138
15	28¼	137
30	34½	135
45	39¾	134½
1 — —	42½	133
15	45¾	132
30	48	131
45	49¼	135
2 — —	51½	138
30	54	141
3 — —	56¼	141
30	58¾	145
4 — —	60	145
30	61¼	146
45	62½	146

Hieraus erhellet, dafs dieſer Stein alle ſeine Feuchtigkeit in 5 Stunden angenommen habe; dafs alſo dieſe Steinart hierin alle bisher unterſuchte Steine, und ſelbſt den natürlichen Stein übertrifft, welcher alle ſeine Feuchtigkeit erſt nach 1 bis 2 Tagen annimmt. Das Menſchenhaar, welches unter der Glocke ſeinen Bewegungsraum in einer Stunde durchläuft, geht zwar geſchwinder; es ſollte jedoch, mit dieſem Steine verglichen, noch geſchwinder gehen, wenn man deſſen Durchmeſſer, der 24mahl kleiner, als die Dicke des Steines iſt, in Betrachtung ziehet. Bei dem Steine hätte ich zwar dieſe Geſchwindigkeit noch vermehren können, da mir die Mittel hierzu jetzt bekannt ſind: allein ich

mufste beſorgen, daſs der Stein an ſeiner Feſtigkeit etwas verlieren, und daſs die Feuchtigkeit alsdann langſamer den Stein verlaſſen werde. Da jedoch aus der Tafel erhellet, daſs der Stein alsdann am langſamſten die Feuchtigkeit annimmt, wenn er der Sättigung am nächſten iſt, und dieſes langſamere Zunehmen der Feuchtigkeit eben ſo wohl der Luft als dem Steine zugeſchrieben werden mufs: ſo werden die augenblicklichen Veränderungen, welche am öfterſten bei der mittlern Luftfeuchtigkeit vorfallen, immer noch geſchwind genug von dieſem Hygrometer-Steine angezeigt werden. Dieſes bemerkt man auch ſehr deutlich, wenn man den Stein anhaucht oder das Inſtrument unter eine Dunſtglocke bringt.

Der Stein 127 *verlor ſeine Feuchtigkeit* in folgenden Zeiten an einem ruhigen Orte der Stube.

Zeit. Nachmittags	Stand des Weiſers.	Wärme.	Aſtrachan. Hygrometer.
4 Uhr 50′	62½	130	8
5 — 5	50	124	8
20	39	120	8
35	31	118	8
50	28½	118	8
6 — 5	27½	118	8
20	26¼	118	8
35	26¼	118	8
7 — 11	27⅔	120	8
den folgenden Tag früh um 7 Uhr	30½	137	8⅓

Hieraus erhellet, dafs dieſer Stein ſeine überflüſſige Feuchtigkeit in $1\frac{1}{2}$ Stunde, folglich eben ſo geſchwind, als der natürliche, verloren habe. Ein anderer Stein dieſer Sorte hatte dieſelbe in einer trocknen Luft in einer Stunde verloren. Er verliert alſo die Feuchtigkeit hinlänglich geſchwind, und das Verlieren ſteht mit dem Annehmen in einem beſſern Verhältniſſe, wie 1 zu 5, als bei allen unterſuchten Steinen, wo es wie 1 zu 15 und 17 oder wie 1 zu 24 bis 192 war. Während des ganzen Verſuchs zeigte das Hygrometer mit dem natürlichen Steine, welches ſehr nahe neben erſterm ſtand, durchgängig 8 Grade, welche nach der hunderttheiligen Skale 12 Theile geben. Der künſtliche Stein hingegen zeigt nach dem Verſchwinden der Feuchtigkeit $26\frac{3}{4}$ Grade oder 43,5 Theile.

Dieſer groſse Unterſchied von 31,5 Theilen, welcher auch durch die Beobachtung an dem folgenden Tage, und mehrere Beobachtungen, wo beide neben einander an der Wand hingen, beſtätigt wird, war mir anfänglich ſehr auffallend. Da ich aber überlegte, dafs der Stein No. 64 ſo wohl, als noch drei andere Steine, welche die Feuchtigkeit unter der Glocke langſamer, als der natürliche angenommen, mehr Trockenheit, als der natürliche, gezeigt hatten: ſo ward es mir wahrſcheinlich, dafs dieſe gröſsere Trockenheit mit dem langſamern Annehmen der Dünſte in einem Zuſammenhange ſtehe, und dafs dieſe langſamern Steine vielleicht nur die gröbern Waſſertheile aufzunehmen geſchickt

ſind. Hieraus lieſse es ſich auch erklären, warum dieſe letztern etwas geſchwinder abzutrocknen pflegen.

Dieſe Unterſuchungen, die augenblickliche Veränderung des Weifers bei dem Anhauchen und wenn man das Hygrometer in eine trocknere Luft bringt, und verſchiedene Beobachtungen, wo der künſtliche Stein einen veränderten Grad zeigte, indem der natürliche unverändert blieb, haben mich nun überzeugt, daſs dieſe Steinſorte No. 127, und zunächſt auch 125, allen vorher unterſuchten künſtlichen Steinen ſowohl, als dem aſtrachanſchen Schiefer vorgezogen werden müſſen.

8. *Ueber die Beſtimmung der feſten Punkte an dem Stein-Hygrometer.*

In dem 3ten Stücke des erſten Bandes dieſer Annalen habe ich, durch den Verluſt eines aſtrachanſchen Steins veranlaſst, der Sauſſüriſchen Beſtimmung beider feſten Punkte den Vorzug gegeben; ob ſie wohl viel langwieriger als die Beſtimmung vermittelſt der Hitze und des Waſſers iſt. Ich glaubte mich hierzu um ſo mehr berechtigt, weil das Stein-Hygrometer mit dem Haar-Hygrometer verglichen werden ſollte, und noch nicht ausgemacht war, ob die auf beide Arten beſtimmten feſten Punkte übereinſtimmten, oder nicht. Nachdem ich aber meinen künſtlichen Stein ſo eingerichtet hatte, daſs er die Hitze und Näſſe ſehr verträgt: ſo war mir ſehr viel

daran gelegen, zu erfahren: ob und um wie viel die auf beide Arten beſtimmten feuchten Punkte von einander abweichen. In Anſehung des trocknen Punktes, welcher ohnedies unter der Glocke die meiſte Sorgfalt und Geduld erfordert, war dieſe Bedenklichkeit gehoben, da ich durch Erfahrung überzeugt worden war, daſs dem Steine alle ſeine Feuchtigkeit viel ſicherer durch Hitze, als vermittelſt des vegetabiliſchen Laugenſalzes oder des Kalkes entzogen wird.

Zur Beſtimmung des *trocknen Punktes* bediene ich mich eines 15 Zoll langen und 2 Zoll breiten eiſernen Blechſtreifens, welcher ſo in einen Winkel gebogen iſt, daſs die Biegung zwiſchen $2\frac{1}{2}$ Zoll und $12\frac{1}{2}$ Zoll fällt. Das kurze Stück dient zum Auflegen der Steine und das längere zum Stiele. Den Stein pflege ich ſo aufzulegen, daſs das Häkchen über das Blech hervorſteht, und die Oeffnung deſſelben nach unten gekehrt iſt, damit ich den Stein, indem er noch auf dem Bleche liegt, an den Wagebalken anhängen kann. Das Blech wird auf wenigen Kohlen etwas langſam ſo weit erhitzt, bis man die Hitze des Griffs 2 Zoll hoch über dem Steine nicht mehr vertragen kann. Alsdann iſt das untere Blech ſo heiſs, daſs man ſich daran verbrennt, und der Stein iſt gewiſs hinlänglich ausgetrocknet.

Um den *feuchten Punkt* zu beſtimmen, tauchte ich anfänglich den an einen Draht gehängten künſtlichen Stein geſchwind in Waſſer: weil ich jedoch fand, daſs der feuchte Punkt unter der Glocke be-

ſtimmt, höher ſtand; ſo erwählte ich dieſe letztere Beſtimmung alsdann, wenn es auf Genauigkeit abgeſehen war. Da ich aber hier, wegen des Einfluſſes der Wärme auf das Auflöſen und Niederſchlagen der Dünſte unter der Glocke, denſelben veränderlich fand; ſo ſetzte ich die mittlere Wärme, den 14ten Grad nach Reaum. oder den 124ſten Grad nach de l'Isle, feſt, für welchen ich den höchſten Punkt der Feuchtigkeit zu beſtimmen ſuchte. Weil jedoch dieſe Beſtimmungsart bei den Steinen mehrere Tage erforderte, ſo wünſchte ich die kürzere Beſtimmungsart, vermittelſt des Benetzens, mit jener übereinſtimmend machen zu können. Zu dieſer Abſicht ſtellte ich verſchiedene Verſuche an, von welchen ich nur den mit der 48ſten Steinart angeſtellten Verſuch hier als Beiſpiel anführe.

Nachdem ich dieſen Stein 13 Tage lang unter der Dunſtglocke gelaſſen hatte, zeigte der Weiſer auf 67 Grade; ob ich wohl aus den vorhergehenden Beobachtungen den feuchten Punkt um 4 bis 5 Grade niedriger geſchätzt hatte. Da ich nun ſah, daſs das Inſtrument mit Feuchtigkeit überzogen war, ſo hob ich die Glocke ab, und fand den Stein von den niedergefallenen Dünſten ebenfalls ganz mit Waſſer überzogen. Sobald aber dieſe oberflächliche Feuchtigkeit von der Stubenluft aufgenommen worden, und das Glänzende verſchwunden war, zeigte der Weiſer auf 62. Hierauf lieſs ich den Stein abtrocknen, und beſtimmte den feuchten Punkt, je-

doch so, dafs ich den Stein nach dem Eintauchen mit einem Pinsel so lange benetzte, bis er ganz mit sichtbarem Wasser überzogen war. Nunmehr gab dieser so behandelte und an das Instrument gehängte Stein gleich nach dem Verschwinden des sichtbaren Wassers ebenfalls den 62sten Grad für den feuchten Punkt an. Dieses Verfahren habe ich in allen untersuchten Fällen übereinstimmend mit dem unter der Glocke gefunden.

Jetzt pflege ich den Stein auf den Boden einer kleinen Schachtel zu legen und ihn auf beiden Seiten so lange mit einem Pinsel anzufeuchten, bis er nichts mehr einsaugen kann und ganz mit Wasser, ohne jedoch Tropfen anzusetzen, überzogen ist. Hierauf hebe ich ihn mittelst der Schachtel auf und hänge ihn an den Wagebalken. Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, dafs man ihn jetzt, wo er am weichsten ist, nicht anfassen darf. Sollte der Stein auf einer Seite oder an einem Orte zu geschwind abtrocknen, so macht man ihn daselbst noch etwas feucht, damit er durchgängig einen Wasserglanz habe, weil der feuchte Punkt nur dadurch um 1 oder $\frac{1}{2}$ Grad niedriger oder höher bestimmt wird, wenn die Feuchtigkeit an einem Orte des Steins noch hängt, indem sie an dem andern Orte schon ganz verschwunden ist: denn dafs eine veränderte Wärme auf die Bestimmung des feuchten Punktes keinen Einfluss habe, zeigen folgende Versuche, welche mit demselben Steine, von welchem ich das Annehmen und das Verlieren seiner

Feuchtigkeit oben angegeben habe, angeſtellt worden ſind.

	Wärme des Waſſers.	Wärme der Luft.	Feuchter Punkt.
1. Verſuch	128	136	$62\frac{1}{2}$
2. Verſuch	125	130	$62\frac{1}{2}$
3. Verſuch	98	120	62
4. Verſuch	150	125	$62\frac{3}{4}$
5. Verſuch	150	148	$62\frac{1}{2}$

Der erſte Verſuch war vor Anſtellung des Inſtruments mit dieſem Steine unter die Dunſtglocke, und der zweite, um die Geſchwindigkeit, mit welcher er die Feuchtigkeit verlor, zu erfahren, gemacht worden. Die drei letztern Verſuche wurden jetzt bei ſehr verſchiedener Wärme des Waſſers und der Luft angeſtellt; aus welchen erhellet, daſs ein Unterſchied von 52 Graden in der Wärme des Waſſers und von 28 Graden in der Wärme der Luft keinen Einfluſs auf den feuchten Punkt habe. Der kleine Unterſchied von $\frac{3}{4}$ Grad iſt bloſs dem Umſtande zuzuſchreiben, daſs die Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Steins nicht jedes Mahl zu gleicher Zeit abtrocknet. Allein dieſer Fehler iſt zu klein, als daſs er für die mittlern Grade ſchädlich werden könnte.

9. *Verbeſſerung des Weiſers an dem in den Annalen, I, beſchriebenen Stein-Hygrometer.*

Bei dem öftern Gebrauche meines Inſtruments habe ich noch folgende Unbequemlichkeiten an dem Weiſer gefunden. Da nämlich der Stein und das

Gewicht an Fäden hingen, so ward der Weiser bei dem Forttragen des Instruments zu sehr in Bewegung gesetzt, dass man wegen des Anschlagens und Zerbrechens des Steines in Sorgen seyn musste. Um das Schwingen des Steines ganz wegzuschaffen, hatte ich zwar bei einem Instrumente den Stein in einer Art von durchbrochener Scheide ganz mit dem Weiser verbunden; allein die Bestimmung der beiden festen Punkte ward dadurch sehr unbequem. Noch mühsamer war es aber, das Gewicht jedes Mahl für jeden zu untersuchenden Stein vollkommen passend zu machen. Um nun beide Unbequemlichkeiten zu heben, habe ich den Weiser auf folgende Art eingerichtet.

Dieser Weiser wird Tab. V, Fig. 1, so vorgestellt, wie man ihn von oben herunter siehet. Bei *a* hat er die Gestalt einer Gabel, welche vier feine Löcher führt. Durch diese wird ein feiner seidener Faden oder ein Menschenhaar so durchgezogen, dass es vorn bei *a* von einem Theile der Gabel bis zu dem andern unterhalb, jedoch etwas locker, gehet. Auf diesen locker aufgespannten Faden kann das Oehrchen des Steins *d*, Fig. 2, wo man den Weiser von der Seite siehet, sehr bequem gehängt werden. Der Faden ist etwas locker, damit er noch einige Biegsamkeit behält und das Oehrchen beständig in der Mitte der Oeffnung hängt.

Der

Der Schieber *b*, Fig. 1 und 2, ist ein starkes viereckiges Stückchen Messing, welches oben eine viereckige Oeffnung hat, durch welche der Weiser sanft hindurchgehet. Bei *c*, *c*, Fig 2, hat dieses Stückchen zwei krummgebogene Federn von hartgeschlagenem dünnen Messingbleche, welche dasselbe an der beliebten Stelle des Weisers festhalten. Da nun alle meine Steine in dem Gewichte nicht sehr von einander abweichen; so konnte ich dieses Gewicht so einrichten, dass es bei allen Steinen, die ich untersucht habe, gebraucht werden konnte, und ich fand mich zugleich in den Stand gesetzt, dass entweder beide feste Punkte die bequemsten Orte erhielten, oder dass wenigstens der trockne Punkt nicht weit von *o* zu liegen kam.

VI.

BEOBACHTUNGEN
über die Scylla und Charybdis,
von
Lazzaro Spallanzani. *)

Da ich mich an der Meerenge von Meſſina befand, nahm ich die Gelegenheit wahr, die ſo berüchtigte *Scylla* und *Charybdis*, dieſes Schrecken der Schiffer im Alterthume, genauer zu unterſuchen. Sie liegen am nördlichen Eingange der Straſse von Meſſina einander gegen über, Scylla an der italiäniſchen, Charybdis an der ſiciliſchen Küſte. Mein kleines Both brachte mich zuerſt zur *Scylla*.

Dieſe iſt ein hoher Felſen an der Küſte Kalabriens, der 12 ital., (3 deutſche,) Meilen von Meſſina, unweit der kleinen Stadt Scylla ſteht, und faſt ſenkrecht aus dem Meere emporſteigt. Kaum regte ſich etwas Wind, und doch hörte ich, noch 2 italiäniſche Meilen vom Felſen entfernt, ſchon ein Gemurmel, und ein dem dumpfen Gebelle mehrerer Hunde ähnliches Getöſe, deſſen Urſache ich in der Nähe bald entdeckte. Der untere Theil des Felſens enthält mehrere Höhlen, von denen eine der gröſsten von den daſigen Landbewohnern *Dragera* genannt wird. Iſt die See nur im geringſten

*) Ausgezogen aus dem 4ten Bande ſeiner Reiſen durch das Königreich beider Sicilien.

unruhig, so stürzen sich die Wellen in diese Höhlen, brechen sich darin, schlagen gegen die Wände, und werfen schaumige Blasen herauf, wodurch die so verschiedenen und mannigfaltigen Töne verursacht werden. Aus den Beschreibungen der Alten, besonders Homer's, im zwölften Gesange der Odyssee, sieht man, dass die Meeresfläche zu ihrer Zeit beinahe dieselbe Höhe als noch jetzt gehabt haben müsse. Denn wäre sie auch nur wenige Fäden seit dieser Zeit gefallen, so würde sie sich vom Fusse des Felsens gänzlich zurück gezogen haben, da er nach meinen Beobachtungen nicht sehr tief unter die Wasserfläche geht. Dies scheint mir einer von den vielen starken Beweisen zu seyn, dass die merkwürdigsten Senkungen des Meeres noch vor den Zeiten Homer's sich ereignet haben. Homer beschreibt den Gipfel der Scylla als stets in den Wolken verborgen, und an allen Seiten so steil und glatt, dass kein Sterblicher, wenn er auch zwanzig Hände und zwanzig Füsse hätte, ihn erklimmen könne; und das ist noch jetzt der Wahrheit nahe.

Was die Gefahren betrifft, welche sie dem Schiffer bereitet, so bemerkte ich darüber Folgendes. Ob man schon Ebbe und Fluth in den offnen Theilen des mittelländischen Meeres kaum gewahr wird, so sind sie doch in einem so engen Kanale, als die Meerenge von Messina, sehr beträchtlich; auch halten das Anschwellen und Fallen des Wassers hier, wie in andern Gegenden, ihre regelmäsigen Pe-

rioden. Wird die Fluth von einem Winde begleitet, der mit ihr gleiche Richtung hat, so haben die Schiffe nichts zu befürchten. Denn sind sie dem Laufe des Schiffes entgegen, so ankert dieses am Eingange des Kanals; und sind sie dem Schiffe günstig, so fährt es mit vollem Segel so schnell durch den Kanal, dass es gleichsam nur über das Wasser hin zu fliegen scheint. Weht hingegen ein starker Nordwind, wenn die Fluth von Süden nach Norden strömt, so widersteht die Fluth einem Schiffe, das mit dem Winde segelt, beim Eingange in den Kanal, und von diesen beiden widerstrebenden Kräften wird es endlich entweder gegen den Felsen Scylla geschleudert, oder auf die benachbarten Sandbänke getrieben, wenn der Steuermann nicht in Zeiten die nöthige Hülfe erlangt. Zur Verhütung dieses Unglücks sind daher 24 der stärksten, kühnsten und erfahrensten Seeleute, die diese Gegend ganz genau kennen, Tag und Nacht an der Küste von Messina als Posten ausgestellt, die bei den Nothschüssen eines Schiffs sogleich zum Beistande herbeieilen, und es mit einem ihrer leichten Bothe fortziehen. Der Strom nimmt nämlich da, wo er am stärksten ist, nicht die Breite des ganzen Kanals ein, sondern windet sich in mannigfaltigen Krümmungen durch ihn hindurch, welche den Lootsen genau bekannt sind, daher sie denn das Schiff so zu leiten wissen, dass es seiner Gefahr entkommt, welcher ohne diesen Beistand selbst der geschickteste Steuermann so leicht nicht entgeht. Bei dem schrecklichen Kampfe der Wellen, die der

Wind und der Strom in entgegengesetzter Richtung gegen einander treiben, ist das Auswerfen des Senkbleies vergeblich, denn bei der Heftigkeit des Stroms bleibt das Blei häufig auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Die stärksten Kabeltaue, mehrere Fuss dick, reissen dann wie dünne Fäden. Wirft man auch zwei oder drei Anker aus, so fassen sie entweder wegen des felsigen Grundes nicht ein, oder sie werden sogleich wieder von der Heftigkeit des Wassers losgerissen. Jedes Hülfsmittel der Kunst, das sonst ein Schiff überall im mittelländischen Meere, und selbst auf dem fürchterlichen Oceane retten könnte, ist hier fruchtlos: nur allein der Muth und die Erfahrung der Seeleute von Messina können Rettung gewähren.

Zum Beweise dieser Behauptung könnte ich viele Beispiele anführen, die mir von glaubwürdigen Personen erzählt sind. Ich war selbst Augenzeuge von einer solchen Lage eines Marseiller Handlungsschiffes, das, als ich gerade von einem Hügel in die See hinblickte, von der nördlichen Mündung her in den Kanal einfuhr. Der Strom und der heftig wehende Nordwind waren beide dem Schiffe günstig; es lief daher mit vollem Segel, und hatte beinahe die Hälfte der Meerenge zurückgelegt, als sich plötzlich der Himmel mit dicken Wolken überzog, und heftige Windstöfse eintraten, welche in einem Augenblicke die Richtung des Stroms veränderten, und die See vom Grunde aus umstürzten. Kaum hatten die Schiffer Zeit, die Segel einzuziehen,

während die tobenden Wellen von allen Seiten in das Schiff einbrachen. Sie feuerten zwei Nothſchüſſe ab; vielleicht aus Gewohnheit, oder weil ſie mit der erwähnten löblichen Einrichtung der meſſeniſchen Küſte bekannt waren. Sogleich eilte eins von den zu dieſem Dienſte beſtimmten Bothen ihnen zu Hülfe, und brachte das Schiff auf die vorerwähnte Art glücklich in den Hafen. Hatte ich vorher mit Schaudern und Entſetzen der augenblicklichen Lebensgefahr der Schiffsmannſchaft zugeſehen; ſo betrachtete ich mit ſo viel lebhafterer Verwunderung und Freude die Geſchicklichkeit und den Muth der Lootſen, die das ihrer Führung anvertraute Schiff durch das ſtürmende Meer ſicher hindurch ſteuerten. Die unzähligen Manoeuvres, mit denen dieſes geſchah, laſſen ſich nicht beſchreiben. Bald wurde das Steuerruder auf dieſe, bald auf jene Seite gewendet, bald die Segel geſpannt, bald eingezogen, je nachdem ſich der Wind erhob oder nachlieſs, und, zur Vermeidung der Stöſse der Wellen und um ihre Gewalt deſto leichter zu brechen, bald das Vordertheil, bald die Seiten des Schiffs den Wellen zugekehrt.

Ich wende mich nun zur *Charybdis*. Sie liegt in der Meerenge ſelbſt zwiſchen einem hervorſpringenden Landſtriche, *Punta Secca* genannt, und einem andern, worauf die Lanterna, oder der Leuchtthurm ſteht, der zur Leitung der Schiffe dient, die bei Nacht in den Hafen einlaufen. Alle Schriftſteller, welche ſie beſchrieben haben, hielten ſie für einen

Strudel. Homer ist der Erste, der dies behauptet; er beschreibt sie im zwölften Gesange der Odyssee als ein Ungeheuer, das dreimahl in einem Tage das Wasser verschlingt, und dreimahl wieder auswirft. Büffon ist ganz der Meinung Homer's, und sagt im 2ten Theile seiner Naturgeschichte von ihr gerade dasselbe. Strabo erzählt uns in seinem sechsten Buche, dass der Strom die Trümmern der von diesem Strudel verschlungenen Schiffe bis nach der 30 Meilen weit entfernten Küste von *Tauromenium*, (gegenwärtig *Taormina*,) führe. Hier soll man auch, der Sage nach, den Körper des berühmten Tauchers Colas, mit dem Beinahmen: Pesce, (der, um dem Könige Friedrich von Sicilien seine Geschicklichkeit zu zeigen, sich dreimahl in die Charybdis stürzte, beim dritten Mahle aber nicht wieder erschien,) einige Tage darauf gefunden haben.

Ich suchte hier an Ort und Stelle, wo möglich, auszumachen, ob diese Meinung der Alten und neuer Reisenden gegründet, und ob die Charybdis wirklich ein Strudel sey. Sie ist ungefähr 750 Fuss von der Küste von Messina entfernt, und wird von den dasigen Landbewohnern *Calofaro*, das ist, *der schöne Leuchtthurm*, genannt, weil dieser nicht weit davon liegt. Das Wort selbst kommt, wie man sieht, von καλος und φαρος her. Das Phänomen der Calofaro ist sichtbar, wenn der Strom, mit den Seeleuten zu reden, die Meerenge herunter, d. h., von

Norden, kömmt.*) Beim Aufgehen oder Untergehen des Mondes tritt der *heraufgehende*, (südliche,) oder der *heruntergehende*, (nördliche,) Strom ein, und währt 6 Stunden. In der Zwischenzeit zwischen beiden Strömen herrscht eine völlige Meeresstille, die zum wenigsten eine Viertelstunde, aber nie länger als eine Stunde anhält. Nachher tritt bei dem Auf- oder Untergange des Mondes der Strom von Norden her ein, macht dann verschiedene Einfallswinkel mit der Küste, und erreicht endlich die Calofaro. Darauf gehn zuweilen zwei Stunden hin; zuweilen stürzt er sich aber sogleich in die Calofaro, und dies ist, wie man aus Erfahrungen weiss, ein sicheres Zeichen von schlechtem Wetter.

Auf die Versicherung der erfahrensten Seeleute, dass man sich ohne Gefahr in die *Calofaro* wagen könne, entschloss ich mich dazu. Das Both, in welchem ich diese Fahrt anstellte, wurde von vier geschickten Schiffern regiert, die mir Muth zusprachen, da sie meine Furcht bemerkten, und versicherten, dass sie mir nicht allein einen recht nahen Anblick derselben verschaffen, sondern mich auch ohne Bedenken in die Calofaro hineinführen würden.

*) Kömmt der Strom von Süden, so sagen sie, er komme die Strasse *herauf*. Den Strom in der Strasse nennen sie *Rema*. Ein Ueberbleibsel der griechischen Sprache, (wo ῥεῦμα einen Strom bedeutet,) die ehemahls in Sicilien Landessprache war. *Sp.*

Schon von der Küſte aus erſchien mir die Charybdis wie eine Gruppe ſtürmiſchen Waſſers; aber näher hin ſchien ſie noch mehr ausgebreitet und ſtürmiſcher zu ſeyn. Als ich den äuſserſten Umfang derſelben erreicht hatte, lieſs ich ſtill halten, um die erforderlichen Beobachtungen anzuſtellen, und überzeugte mich mit völliger Gewiſsheit, daſs das, was ich ſah, *nichts weniger als ein Strudel* war.

Die Hydrologen lehren uns, daſs wir unter einem *Strudel* in einem ſtrömenden Gewäſſer den Kreislauf deſſelben zu verſtehen haben, den es unter gewiſſen Umſtänden annimmt, und daſs bei dieſem Drehen oder Wirbeln ſich in der Mitte ein mehr oder weniger tiefer, umgeſtürzter Hohlkegel bildet, deſſen innere Seiten eine Spiral-Bewegung haben. Von dieſem allen erblickte ich nichts in der Calofaro. Der Kreis, in welchem ſie ſich umherdrehte, hatte höchſtens hundert Fuſs im Durchmeſſer, und innerhalb deſſelben war ſchlechterdings keine Vertiefung von irgend einer Art und keine ſtrudelartige Bewegung zu bemerken, ſondern nur ein beſtändiges Aufſchwellen und Schwanken von beunruhigten Wellen, die ſich erhoben, fielen und wechſelſeitig an einander ſchlugen. Doch waren dieſe unregelmäſsigen Bewegungen ruhig genug, um über die ganze Fluth wegfahren zu können, was ich denn auch that. Unſer kleines Both ward aber bei allem dem von dieſer beſtändigen Bewegung ſo ſehr hin und her geſchleudert, daſs wir unſre Ruder beſtändig gebrauchen muſsten, um nicht aus

der *Calofaro* herausgetrieben zu werden. Ich warf Körper von verſchiedener Art in den Strom. Specifiſch ſchwerere als das Waſſer, ſanken unter und erſchienen nicht wieder; leichtere blieben auf der Oberfläche, wurden aber bald von den unruhigen Wellen aus dem ſich umwälzenden Kreiſe herausgetrieben.

Da mich dieſe Beobachtungen überzeugten, daſs unter der *Calofaro* kein Abgrund ſeyn kann, (denn man ſieht keinen Strudel, der die auf ihm ſchwimmenden Körper in die Tiefe herunterriſſe;) ſo ſondirte ich ihren Grund mit dem Senkbleie, und fand, daſs ihre gröſste Tiefe nicht über 500 Fuſs beträgt; ja ich erfuhr zu meinem groſsen Verwundern, daſs über die Calofaro hinaus, gegen die Mitte des Kanals, die Tiefe noch ein Mahl ſo groſs iſt. Aus dieſen Thatſachen muſs ich alſo ſchlieſsen, daſs zu dieſer Zeit kein Strudel in der Charybdis war: ich ſage mit Fleiſs: zu dieſer Zeit; weil der Fall ganz anders ſeyn kann, wenn das Meer ſtürmt. Hierüber ſuchte ich nun von den erfahrenſten Seeleuten, die zur Rettung der in Gefahr kommenden Schiffe beſtimmt ſind, und welche die Charybdis mehrmahls in ihrer gröſsten Wuth geſehen hatten, Auskunft zu erhalten. Das Weſentliche aus ihrer Antwort iſt Folgendes.

Wenn der Strom und der Wind ſich entgegen und beide ſehr heftig ſind, und beſonders wenn der Scilocco oder Südwind weht, iſt das Aufſteigen und Schlagen der Wellen innerhalb der Charybdis

viel lebhafter, heftiger und ausgebreiteter. Es zeigen sich dann in ihr drei, oder vier, oder auch wohl noch mehr kleine Strudel, je nachdem ihr Umfang gröfser, und ihre Heftigkeit stärker ist. Wenn dann der Strom oder der Wind kleine Schiffe in die Calofaro treibt, so werden sie in einem Kreise herumgedreht, hin und her geschleudert und sinken unter; aber nie sieht man, dafs sie in den Wirbel hinabgezogen würden. Sie sinken nur, wenn die darüber schlagenden Wellen sie mit Wasser gefüllt haben. Werden gröfsere Schiffe in die Calofaro getrieben, so können sie sich nicht aus ihr heraushelfen, welchen Wind sie auch haben mögen, und die Segel sind ihnen dann gänzlich unnütz. Nachdem sie eine Zeit lang von den Wellen herumgetrieben sind, werden sie, wenn ihnen die Seeleute dieser Gegend nicht zur Hülfe herbeieilen, mit Gewalt gegen die Küste der Lanterna geschleudert, wo sie scheitern und wo gewöhnlich der gröfste Theil ihrer Mannschaften in den Wellen umkommt. *)

*) Folgende Beschreibung des Schiffbruchs eines Schiffs in der *Calofaro* wurde mir nach meiner Rückkunft von Sicilien von einem meiner Freunde in Messina überschickt. „Vor ungefähr drei Wochen sahen wir eine neapolitanische Polakke, die mit Korn beladen war, auf ihrer Ueberfahrt von Puglia in der Calofaro untergehn. Es blies ein sehr heftiger Süd-Ost-Wind, und das Schiff, das alle Segel aufgezogen hatte, bemühte sich, den nicht

Ueberlegt man dieſe Thatſachen, ſo zeigt ſich, daſs das meiſte, was man von der Charybdis geſchrieben hat, irrig iſt. Sie iſt weder ein Strudel, noch zieht ſie die Schiffe, die in ſie hineinkommen, nach ihrer Mitte und in den Schlund hinab. Hört der Strom auf, ſo iſt ſie völlig gefahrlos, wie ich mich durch meine eigne Erfahrung und Beobachtung überzeugt habe. Ja ſelbſt dann, wenn ſie unruhig und gefährlich iſt, zeigt ſich keine ſtrudelartige Vertiefung und kein Schlund, ſondern nur ein ſtärkeres Spiel der ſchwellenden und ſinkenden Wellen, wodurch zufällig einige kleine nicht zu fürchtende Wirbel entſtehn. Statt entfernte Schiffe in ſich hineinzuziehn und zu verſchlingen, treibt die Charybdis ſie vielmehr zurück und ſchleudert ſie von ſich hinweg.

weit von der Calofaro gelegenen Hafen zu erreichen. Aber bei dem Eingange in denſelben wurde es von dem Hauptſtrome ergriffen und mit Gewalt in die Calofaro gezogen, wo es vergeblich von ſeinen Segeln Gebrauch zu machen ſuchte. Nachdem die Wellen es eine Zeit lang in ihr herumgeſchleudert hatten, brachen ſie entweder über daſſelbe ein, oder die Seiten des Schiffes zerborſten und es ging unter. Die Mannſchaft und ein Theil der Ladung wurden von unſern Seeleuten, die mit zwei Bothen zur Hülfe ſchleunigſt herbeieilten, gerettet. Sie werden hieraus ſehen, wie die Wellen ein Schiff in die Charybdis verſenken können, ohne daſs es nöthig iſt, einen Strudel in ihr anzunehmen.“

Homer hat zuerst die entgegengesetzte, unwahre, Meinung von der Charybdis aufgebracht, und die übrigen Beschreiber derselben haben ihm blind nachgesprochen, ohne dieses Naturereignifs an Ort und Stelle selbst zu untersuchen. Dieser Vorwurf trifft selbst den Sicilianer Fazello, der uns sonst sehr richtige Nachrichten von seinem Vaterlande gegeben hat, und der seine falsche Beschreibung von der Charybdis, die offenbar zeigt, dafs er sie nicht selbst gesehen und beobachtet hat, mit der oben vorgebrachten irrigen Annahme schliefst, dafs die von der Charybdis verschlungenen Körper von den untern Strömen des Meeres nach den Küsten von Taormina gebracht würden.

Cluver kommt der Wahrheit noch am nächsten. Er sagt: „ihm sey die Charybdis wie ein reifsend fliefsender See vorgekommen, von der es aber nicht wahr ist, was Homer von ihr erzählt, dafs sie dreimahl des Tages in ihren weiten Schlund das Wasser verschlinge und wieder auswerfe; das thue sie nur, wenn der Strom im Kanale sehr hoch und unruhig ist.“ Uebrigens hat er sie wohl nur von der Küste aus betrachtet, und nicht sie befahren, da er dieses sicher sonst erzählen würde.

In Ansehung der Lage der Charybdis hat sich Homer auch sehr geirrt. Er läfst, im 12ten Gesange der Odyssee, die Göttin Circe sagen: „die Charybdis liege nahe an einem Felsen, der nur ei-

nen Pfeilflug weit von der Scylla entfernt ſey." Da wir nun gar keine Nachricht haben, daſs die Scylla ihre Lage verändert habe, und alle italiäniſche, römiſche und griechiſche Schriftſteller, (als Ovid, Tzetzes im Lycophron, Strabo, und andere mehr,) darin völlig überein ſtimmen, daſs die Charybdis, wie es auch wirklich iſt, nahe an Meſſina liegt; ſo ſieht man, daſs Homer, der ſonſt alles ſo richtig beſchreibt, ſie nicht ſelbſt geſehen, und hier einmahl irrige Nachrichten gehabt habe.

Was das wohl bekannte Sprichwort bei den Alten betrifft: „*Incidit in Scyllam, qui vult vitare Charybdin*," ſo ſuchte ich auch hierüber bei meinen Schiffern aus Meſſina Aufſchluſs, da ſie wohl die einzigen ſind, die ihn geben könen. Sie erzählten mir, daſs dieſes Unglück, wenn auch nicht immer, doch ſehr häufig eintrete, ſofern man nicht bei Zeiten die gehörigen Maaſsregeln ergreift. Wenn ein Schiff den ſtürmiſchen Wellen der Charybdis entflohen iſt, und mit einem ſtarken Südwinde nach dem nördlichen Eingange der Meerenge ſegelt, ſo kommt es ganz ſicher durch den Kanal, wofern es nicht auf einen Wind von entgegengeſetzter Richtung trifft. Dann aber wird es das Spiel dieſer beiden Winde, und, unfähig, vorwärts oder rückwärts zu fahren, wird es von beiden nach einer mittlern Richtung, d. h., gerade auf den Felſen der Scylla hin getrieben, wofern nicht die Seeleute der Küſte ſogleich zu Hülfe kommen. Sie fügten

noch hinzu, dafs bei dergleichen Stürmen gewöhnlich sich noch ein Landwind erhebe, der von einem engen Passe in Kalabrien herkommt, und die Gewalt, mit der das Schiff gegen den Felsen zu getrieben wird, noch vermehrt.

Bei dem allen ist die Strafse von Messina jetzt dem Schiffer nicht mehr furchtbar.

Die schrecklichen und fürchterlichen Schilderungen, die uns die Alten von der Scylla und Charybdis und von den Gefahren dieser Fahrt machen, rührt von dem damahligen Kindheitszustande der Schifffahrt her: denn obgleich die Umstände und die Lage der Dinge noch dieselben sind, ja der Kanal jetzt noch enger als sonst, also auch gefährlicher ist; so verunglückt hier doch nun nur höchst selten ein Schiff, weil jetzt theils die Steuerleute die gehörige Geschicklichkeit und Kenntnifs besitzen, theils die Seeleute ihnen, wenn Gefahr da ist, schnell zu Hülfe eilen. Und so haben Scylla und Charybdis jetzt für Schiffe, welche die gehörige Vorsicht anwenden, nichts Schreckbares mehr als ihren Nahmen.

VII.

NACHRICHTEN UND BEMERKUNGEN.

1. *Von einer ältern Araneologie.*

(Aus einem Briefe.)

— — Jene Nachricht, die ich in einem öffentlichen Blatte fand, und ziemlich ſicher zu ſeyn ſcheint, geht Herrn Quatremere d'Ibyonval und ſeine meteorologiſchen Spinnen am meiſten an. In einem zu Görlitz 1588 von Barthol. Scultetus unter dem Titel: *Meteorographicum perpetuum*, oder *ewigwährende Praktica*, herausgegebenen Werke, beſchäftigt ſich Scultetus im 7ten Kapitel des zweiten Theils mit Anzeigen von bevorſtehender Witterung aus dem Benehmen der Spinnen, und giebt uns eine Araneologie, die wohl mit unſrer 200 Jahr ſpätern verglichen zu werden verdient. Da das Finden an und für ſich ſelbſt nicht viel Anſtrengung koſtet, die Finder ſich aber darüber gewöhnlich gar viel einbilden, ſo werden ſolche hiſtoriſche Notizen auch in moraliſcher Hinſicht ihren Werth behalten. *A.*

2. *Preisfragen auf das Jahr* 1800.

a. *Phyſikaliſche, der Göttinger Societät der Wiſſenſchaften für den November* 1800. (Preis 50 Ducaten; Einſendungs-Termin September.)

Da aus einer Menge zuverläſſiger Verſuche erhellet, daſs beim Kochen des Waſſers in offenen Ge-

Gefäſsen viel ſogenannte *latente Wärme* zwecklos fortgeführt und zerſtreuet wird, die gehörig zuſammengehalten und benutzt, vielleicht von Vortheil für die Haushaltung und für manche Gewerbe ſeyn dürfte: *) ſo ergreift die Societät dieſe Gelegenheit, die Aufmerkſamkeit mathematiſcher Naturforſcher auf *die Bewegungsgeſetze der Dämpfe* zu lenken. Sie wünſcht daher 1. eine auf Verſuche und mathematiſche Betrachtungen gegründete *Beſtimmung der Geſetze, wonach ſich Dämpfe von kochendem Waſſer durch Röhren von gegebener Länge, Weite, Materie, Temperatur* u. ſ. w. *richten;* und indem dieſes gewiſſermaſsen als bekannt vorausgeſetzt wird, wünſcht ſie 2. dargethan zu ſehn, *welchen Grad von Wärme* eine gegebene, auf die Art fortgeleitete Maſſe von Dämpfen, einer gegebenen Waſſermenge von bekannter Temperatur, in einer beſtimmten Zeit mittheilen kann?

b. *Der Fürſtlich-Jablonowskiſchen Societät zu Leipzig.* (Preis 24 Duc. Einſendungs-Termin, März 1801.)

Mathematiſche Preisfrage: Hiſtoriſche Darſtellung, mit Angabe der Quellen, der ſo mannigfaltigen Anwendungen der *Attractions-Geſetze*, von Newton an, bis auf unſre Zeiten. — *Phyſiſch-ökonomiſche Preisfrage:* Ueber *den Einfluſs der Atmoſphäre auf die Fruchtbarkeit des Bodens*, nach den neueſten ſicherſten Erfahrungen und Unterſuchungen darüber. **) Wie können insbeſondere Beſchaffenheit, Lage und Bearbeitung oder Kultur

*) Vergl. Band IV der *Annalen*, S. 232.

**) Vergl. *Ann.*, I.

des Bodens dazu beitragen, diesen Einfluss recht thätig und wirksam zu machen.

Bemerkung des Herausgebers.

Bei beiden Societäten ist es statutenmäfsige Bedingung, dafs nur lateinisch oder französisch geschriebene Abhandlungen, zur Concurrenz zugelassen werden. Deutsche Aufsätze können keine Ansprüche auf den Preis machen, wären sie auch dem Inhalte nach die besten. Woher kommt diese stiefmütterliche Behandlung unsrer Muttersprache, da selbst die Harlemmer und andere holländische Societäten deutsch geschriebene Preisabhandlungen ohne Bedenken zulassen und krönen? Sollte das nicht der wahre Grund seyn, warum so selten Preisabhandlungen bei der Göttinger und Leipziger Societät einlaufen? Warum will man bei wissenschaftlichen Untersuchungen den freien Gedankengang durch Fesseln einer ausländischen Sprache hemmen, und dadurch die Schwierigkeiten unnöthig häufen. Wem wäre der, (übrigens gewifs sehr unbillige,) Einfall zu verargen, dafs es unter solchen Bedingungen mehr um ein Exercitium in der sogenannten gelehrten oder eleganten Sprache, als um Beförderung der physikalischen und mathematischen Wissenschaften zu thun wäre? Sollte es nicht Pflicht der trefflichen Männer seyn, die diesen Instituten vorstehn, allem solchen Spotte zuvorzukommen, und so offenbar zweckwidrige Bedingungen, welche alle Concurrenz lähmen, zur Ehre unsrer Muttersprache und zum Besten der physikalischen Wissenschaften, je eher je lieber aufzuheben?

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

VERSUCHE,

den Grund zu entdecken, weſshalb der Blitz in Gebäude einſchlug, die mit Gewitter-Ableitern verſehn waren,

vom

Oberſt-Lieutenant HENRI HALDANE.*)

Man hat ſich bisher den Blitz, bei Erklärung ſeiner Wirkungen, mehrentheils als einen einfachen electriſchen Funken gedacht; in den folgenden Verſuchen betrachte ich ihn als einen Entladungsſchlag. Dieſes iſt er höchſt wahrſcheinlich, und es erklären ſich daraus mehrere Umſtände, wodurch die vielen Streitigkeiten über die beſte Geſtalt der Blitzableiter verurſacht wurden.

*) Im Auszuge aus Nicholſon's *Journal of natur. philoſ.*, Vol. I, pag. 433 — 441.

Die Erſcheinungen bei der geladenen Glastafel belehren uns, daſs, wenn eine dünne nicht-leitende Fläche, zwiſchen zwei leitenden, z. B. zwei Metall-Flächen, ſo liegt, daſs ſie über die Enden derſelben ringsum hervorſteht, und die eine der Metallplatten dadurch iſolirt wird, indeſs die andere in leitender Verbindung mit dem Fuſsboden ſteht, die Electricität, welche man der iſolirten zuführt, ſich auf der ſie berührenden Oberfläche des Nichtleiters verbreitet, und zugleich die entgegengeſetzte Oberfläche, an welche die nicht-iſolirte Metallplatte liegt, in einen entgegengeſetzten Zuſtand von Electricität verſetzt. Beide Zuſtände, (die poſitive und negative Electricität,) erhalten ſich gegenſeitig durch ihre beiderſeitige Einwirkung auf einander; bei feſten Nichtleitern ſelbſt dann, wenn man die beiden leitenden Flächen von ihnen entfernt. So bald man aber die beiden Metallplatten wieder an den Nichtleiter, und ſie unter einander in eine leitende Verbindung bringt, ſo verſchwindet ſogleich die Electricität, entweder ohne Geräuſch, oder mit einem Knalle. — Auch iſt es bekannt, daſs atmoſphäriſche Luft die Stelle des Nichtleiters hierbei vertreten kann.

Hieraus darf man ſchlieſsen, daſs der Blitz eine ſolche Entladung dünner, doch weitgedehnter Luftmaſſen iſt, die auf eine ähnliche Art electriſirt ſind. Ihre obere Fläche iſt in dem einen; ihre untere, nach der Erde zu gerichtete, Fläche in dem entgegengeſetzten Zuſtande von Electricität; und wenn dieſe

geladenen Luftmaſſen über hohe Gebäude fortziehn, welche zwiſchen ihren beiden entgegengeſetzten Oberflächen eine leitende Verbindung abgeben, ſo erfolgt die Exploſion des Blitzes. — Im Augenblicke, da der Blitz in ein Gebäude einſchlägt, kann ſich die untere Fläche der geladenen Luftmaſſe entweder über das ganze Gebäude, oder nur über einen Theil deſſelben, oder ſelbſt gar nicht darüber verbreiten, wenn nämlich das Gebäude nur als ein Theil zu dem gehört, was die leitende Verbindung zwiſchen den beiden Flächen ausmacht.

In ſolchen Gebäuden giebt es allerlei Sachen aus Metall. Ihnen und ihrer unterbrochenen Verbindung mit der Erde ſchreibt man gewöhnlich den gröſsten Antheil an der Verwüſtung zu, welche der Blitz, wenn er einſchlägt, anrichtet; und man ſucht deſshalb die Gebäude durch Ableiter aus Metall zu ſichern. Der Nutzen, den man von den Ableitern erwartet, gründet ſich auf die Vorausſetzung, daſs der Blitz, indem er zur Erde herabfährt, ſtets lieber einem ununterbrochenen Leiter folgt, als ſolchen, die mit Nichtleitern abwechſeln, und daſs daher ein durchweg zuſammenhängender Leiter von Metall, der von dem oberſten Ende des Gebäudes bis unter die Grundmauern fortgeführt iſt, den Blitz auffangen, zur Erde herableiten, und dabey alle Unfälle abhalten werde, die ſonſt wohl entſtehn, wenn der Blitz auf Metall trifft, das nicht mit der Erde in Verbindung ſteht. Da es aber doch in einige mit Ableitern verſehene Gebäude ein-

geſchlagen hat, ſo mufs in ihnen der Blitz, entweder ohne ſich dem Ableiter zu nähern, oder aus dem Ableiter ſelbſt auf die beſchädigten Theile gefahren ſeyn. Denn möge gleich alles Metall aufser Berührung mit dem Ableiter gebracht ſeyn, ſo kann man doch nicht annehmen, dafs irgend ein Metall innerhalb der Grenzen des Hauſes, aufser der Schlagweite des Blitzes liege.

Um mich hierüber durch Verſuche zu belehren, die mit dem Blitze ſo nahe als möglich übereinkämen, erdachte ich folgenden Apparat, durch den ſich dünne Luftſchichten laden und entladen laſſen.

Zwei hohle Cylinder aus dünnem Holze, von innen und von aufsen mit Zinnfolie überzogen, *A*, *A*, Fig. 1, Taf. III, ſtehn aufrecht auf dünnen, iſolirten Holzſcheiben. Die Glasſäulen, auf welchen dieſe Holzſcheiben ruhen, ſind ungefähr einen Fufs lang und unten in zwei ſtarke, mit Zinnfolie bekleidete, kreisförmige Bretter befeſtigt, die man unmittelbar auf den Fufsboden ſetzt. Die beiden Cylinder ſelbſt ſtehn 5 Fufs weit aus einander; der Durchmeſſer ihrer Höhlung beträgt 18 Zoll, und ſie haben von den iſolirten Scheiben an, einſchliefslich eines halbkugelförmigen Huts, 8 Fufs 6 Zoll Höhe.

Aus der Mitte jedes der beiden kreisförmigen Füfse geht durch ein rundes, 1 Fufs weites Loch, welches in den iſolirten Holzſcheiben ausgeſchnitten iſt, ein dicker Glaspfeiler, ungefähr 6 Zoll weit, in die innere Höhlung der Cylinder hinauf, und hier

ſteht auf ihm ein hölzerner, ganz mit Zinnfolie überzogener, Cylinder *B*, *B*. Dieſer hat 1 Fuſs im Durchmeſſer, iſt, einſchlieſslich ſeines halbkugelförmigen Kopfes, 6 Fuſs 6 Zoll hoch, und ſteht mit dem äuſsern Cylinder vollkommen concentriſch, ſo daſs er überall 3 Zoll weit von deſſen innerer Fläche abſteht. Durch eine Kette, welche an den innern Cylinder befeſtigt iſt, laſſen ſich beide Cylinder in leitende Verbindung ſetzen, ſo daſs ſie nur Einen iſolirten Leiter bilden; oder der innere Cylinder kann durch ſie mit dem untern Fuſse und ſo mit der Erde verbunden werden, indeſs der äuſsere iſolirt bleibt. Dieſes letztere geſchah bei den folgenden Verſuchen. Ein Draht *BB* ſetzt die beiden mit Stanniol bekleideten Füſse, mithin auch die innern Cylinder, ein zweiter *A*, *A* die äuſsern iſolirten Cylinder in Verbindung.

Der Draht *MN* führt aus dem poſitiven Conductor der Maſchine, einem der äuſsern Cylinder, ſo wie die Maſchine in Gang kommt, Electricität zu: und da dieſe Cylinder iſolirt, die innern aber in leitender Verbindung mit der Erde ſind; ſo werden die dünnen Luftſchichten zwiſchen dem äuſsern und innern Cylinder geladen, und es erfolgt ein heftiger electriſcher Schlag, wenn man die innern und äuſsern Cylinder in leitende Verbindung bringt. Hierbei ſtellen die äuſsern Cylinder die obere, die innern Cylinder die untere, nach der Erde zu gerichtete Fläche einer geladenen Luftmaſſe in der Atmoſphäre vor.

In einiger Entfernung von den beiden Cylindern ſteht ein runder Tiſch *T*, mit einer Schraubenſpindel in ſeiner Mitte. Die Mutterſchraube trägt eine 10 Zoll hohe Glasröhre, und hat von aufsen einige Windungen, um welche zwei Seile geſchlagen ſind, die über Rollen im Tiſche und deſſen Fuſs bis zu dem gehn, der die electriſche Maſchine dreht; mittelſt dieſer Seile läſst ſich die Glasröhre *S* nach Willkühr um ihre Achſe drehn. Dieſe Glasſäule trägt einen horizontalen Draht *PH*, und zugleich einen zweiten ſenkrechten Metallſtab, auf welchen, mittelſt einer Hülſe *O*, der Draht *OL* aufgeſteckt iſt, der in *L* an einem der äuſsern Cylinder anliegt. Auf dem Drahte *PH* ſitzen zwei mit Zinnfolie überzogne Korkſcheiben *H*, *H*, welche folglich zugleich mit dem äuſsern Cylinder *A* poſitiv electriſirt werden, und ſich zugleich mit der Glasſäule *S* hin und her drehen laſſen. Ihnen dient *P* zum Gegengewichte, und eine Schnur, welche zwiſchen *H* und *P* über einen Arm des ſenkrechten Metallſtabes unterhalb der Hülſe *O* geht, erhält den Draht *PH* horizontal. Er liegt 6 Schuh, der Draht *MN* 8 Schuh hoch über dem Fuſsboden. Die beweglichen Korkſcheiben *H*, *H* ſtellen eine Wolke vor, die ſich in der Atmoſphäre bewegt, und zugleich, da ſie mit dem äuſsern Cylinder *A* in Verbindung ſtehn, einen Theil der obern Fläche der geladenen Luftmaſſe, der ſich nach Willkühr über ein Gebäude fortführen läſst.

C, *D*, *E*, *G* ſind iſolirte Metallſtäbe, die ſich nach Willkühr einzeln in vollkommen leitende

Verbindung mit der Erde ſetzen laſſen, und gemeinſchaftlich auf ein Geſtell befeſtigt ſind, daſs in jeder beliebigen Höhe mittelſt einer Schraube feſtzuſtellen iſt. *C* ſtellt den Blitzableiter eines Gebäudes vor, ſteht deſshalb bey den folgenden Verſuchen mit der Erde, (jedoch nicht mit dem innern Cylinder *B*,) in leitender Verbindung, und läſst ſich oben mit einer Spitze oder Kugel verſehen. Die iſolirten Metallſtäbe *D*, *E*, *G*, deren letzterer ſich fortnehmen läſst, bedeuten Metallkörper im Gebäude. Zwiſchen dem Blitzableiter *C* und einem der Metallkörper *D* dient eine 18 Zoll lange Glasröhre voll Waſſer zur leitenden Verbindung, dergleichen bei einem Gewitter ſicher häufig vorhanden iſt. Der zweite Metallkörper *E* hat mit den innern Cylindern durch einen Draht *ER* Gemeinſchaft; zugleich ſtehn die beiden iſolirten Kugeln *D*, *E* innerhalb ihrer wechſelſeitigen Schlagweite, und zwiſchen ihnen liegt ein brennbarer Stoff, z. B. trockner Kolophoniumſtaub, auf Baumwolle, um daran die Wirkungen der electriſchen Materie beim Uebergange aus dem einen in den andern wahrzunehmen. Da ſich ein Blitzableiter, ſo weit man will, erhöhen läſst, ſo nehme ich bei den folgenden Verſuchen an, er ſey ſo hoch, daſs keine andere metalliſche Spitze das Gebäude durch ihren Einfluſs auf die electriſche Materie in Gefahr ſetzen könne.

Der Fall iſt verſchieden, je nachdem der Theil der geladenen Luftmaſſe, welche die entgegengeſetzte Electricität der ſich bewegenden Wolke hat,

1. über den Blitzableiter und die übrigen Metallkörper des Gebäudes verbreitet ist; oder 2. blofs über einige metallische Körper des Hauses, nicht aber über den Ableiter; oder 3. weder über den Ableiter noch über die andern metallischen Stoffe des Gebäudes sich ausbreitet.

Versuch 1. Um den Apparat dem ersten Falle gemäls einzurichten, wurden der Blitzableiter *C* und die isolirte Kugel *E*, mit dem Drahte *BB*, und dadurch mit den innern Cylindern in Verbindung gesetzt. Ging nun die Wolke *H*, *H* dicht über dem Blitzableiter *C* weg, so erfolgte eine Explosion, und die Luftschicht zwischen den Cylindern wurde augenblicklich entladen, der Ableiter mochte sich in eine Spitze oder eine Kugel endigen. Zog dagegen die Wolke in weiterer Entfernung, (aufserhalb der Schlagweite,) über den Ableiter hin, so fand zwar in beiden Fällen keine Explosion Statt, aber doch verschwand, (hatte der Ableiter zu oberst eine *Spitze*,) die Electricität der äufsern Cylinder, und die Luftschicht zwischen den Cylindern entlud sich, einem Electrometer zu Folge, allemahl und ohne Geräusch; welches, wenn der Ableiter in eine *Kugel* auslief, nicht Statt fand. Obgleich die Kugel *D* mit dem Ableiter *C* durch die Wasserröhre in leitender Verbindung stand, so sprangen doch in keinem dieser Fälle Funken von *D* nach *E* über.

Versuch 2. Um den zweiten Fall nachzuahmen, wenn der untere Theil der geladenen Luftschicht sich über einige metallische Stoffe im Gebäude, aber

nicht über den Blitzableiter verbreitet, blieb der Apparat wie vorhin; nur wurde der Blitzableiter *C* aufser leitender Verbindung mit den innern Cylindern *BB* gefetzt. Die Refultate waren diefelben, wie die vorigen; nur dafs jetzt in den Fällen, wo vorhin eine Explofion erfolgte, der Funke erft aus der Wolke in den Ableiter, dann aus der Kugel *D* in die Kugel *E* überfprang, und dabei die mit Kolophonium beftreute Baumwolle jedes Mahl entzündete.

Verfuch 3. Soll endlich der untere Theil der geladenen Luftfchicht weder mit dem Ableiter, noch mit irgend einem andern Metallkörper im Gebäude in Verbindung ftehn, fo behalte man den Apparat bei, wie vorhin, hebe aber die Gemeinfchaft der Kugel *E* mit den innern Cylindern *BB* auf, und fetze dafür *E* in leitende Verbindung mit der Erde. Dann finden unter keinerlei Umftänden Explofionen Statt; nur da, wo fie vorhin erfolgte, fpringen fchwache Funken aus der Wolke auf den Conductor über, wodurch die Electricität der äufsern Cylinder *AA* etwas vermindert wird. Zwifchen den Kugeln *D*, *E* erfolgt kein Funke.

Die beiden folgenden Verfuche ftellte ich an, um zu zeigen, der Blitz könne zu dem befchädigten Theile eines Gebäudes, das mit einem Ableiter verfehen ift, ohne den Ableiter zu treffen, herabkommen. Ragt nämlich auch der Blitzableiter ziemlich hoch über das Gebäude hervor; fo kann doch die Lage der geladenen Luftmaffe fo feyn, dafs ihre

obere Fläche von einem metallischen Stoffe im Gebäude eben so weit, als von dem Blitzableiter selbst abstehet; und dass in diesem Falle der Blitz nach dem Metallkörper fahren könne, ohne den Ableiter zu treffen, sieht man aus dem vierten und fünften Versuche.

Versuch 4. Die Glasröhre zwischen dem Blitzableiter *C* und dem isolirten Körper *D* wurde weggenommen, der Ableiter mit der Erde, und die Metallkugel *D* mit dem isolirten, in eine Spitze auslaufenden, Drahte *G*, (der jetzt einen zugespitzten Metallkörper im Gebäude vorstellt,) in leitende Verbindung gesetzt, und die isolirte Kugel *E* blieb wie vorhin mit den innern Cylindern *BB* in Gemeinschaft. Bei dieser Einrichtung wurde mithin vorausgesetzt, dass die untere Fläche der geladenen Luftmasse sich weder durch den Ableiter *C*, noch durch den Metallkörper *G*, sondern durch ein Metall in der Schlagweite von *G* wegziehe. Damit die Wolke *H*, *H* in gleichem Abstande über den Ableiter *C* und die Metallspitze *G* weggehn könne, machte man beide gleich hoch.

Wurde nun die Wolke über beide fortgeführt, so sprang manchmahl der Funke auf den Ableiter *C* über, (gleich viel, ob er sich in eine Spitze oder in eine Kugel endigte,) andere mahl auf die Spitze *G*; und geschah das letztere, so wurde die mit Harz bestreute Baumwolle augenblicklich entzündet. Gab es blos einen Funken auf den Ableiter, und nicht zugleich auch auf die Metallspitze *G*, so zeig-

ten ſich manchmahl zugleich Funken zwiſchen den iſolirten Kugeln *D*, *E*, die ſtark genug waren, das Kolophonium zu entzünden. Dieſe Funken waren viel ſtärker, wenn der Ableiter ſich mit einer Kugel, als wenn er ſich mit einer Spitze endigte. Sie ſcheinen zu beweiſen, daſs der Uebergang der electriſchen Materie nicht an einen Weg allein gebunden iſt.

Verſuch 5. Ich ſetzte, bei übrigens unverändertem Apparate, den Ableiter *C* mit den innern Cylindern *BB* in leitende Verbindung; welches den Fall darſtellt, wenn die untere Fläche der geladenen Luftſchicht den Ableiter und den Metallkörper, beide berührt. Hatte der Ableiter eine Spitze und die Wolke ging nahe über den Ableiter und zugleich innerhalb der Schlagweite über die Spitze *G* des andern Metalldrahtes fort, (gleich viel, ob ſie ſich dieſer Spitze mehr oder weniger als dem Ableiter näherte,) ſo zeigte ſich nirgends ein Funken und die Wolke entlud ſich ohne Geräuſch. Endigte ſich dagegen der Ableiter in eine Kugel, ſo erfolgte eine Entladung, welche die Kugel des Ableiters oder die Spitze *G* traf, je nachdem die Wolke ſich jener oder dieſer mehr näherte, und im letztern Falle entzündete ſich das Kolophonium ſogleich.

Reſultate.

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daſs es nicht ſowohl auf die Geſtalt und Conſtruction der Blitzableiter, die man an Gebäuden anbringt, als vielmehr

auf die jedesmahlige Lage der untern Fläche der geladenen Luftschicht gegen das Gebäude ankommt, ob der Ableiter seine Dienste gehörig verrichten und das Gebäude sichern werde.

Ob der Ableiter sich in eine *Spitze* oder in eine *Kugel* endigen müsse, ist nach den Resultaten dieser Versuche nicht leicht zu entscheiden. Bei den grosen Wirkungen in der Natur ist dieses wahrscheinlich gleichgültig. Die Kugel hatte in diesen Versuchen 3 Zoll im Durchmesser und die geladene Wolke höchstens 70 Quadratzoll Oberfläche. Kommen dagegen mehrere Morgen grose Schichten geladener Luft ins Spiel, so ist, in Vergleich mit ihnen, eine 3 Zoll grose Kugel nicht besser als eine Spitze. Da indes über diese Frage so viel ist gestritten worden, so wollen wir sie nach den Datis, welche diese Versuche an die Hand geben, zu entscheiden suchen.

Nach dem ersten und dritten Versuche zu urtheilen, sind Spitzen den Kugeln bei Blitzableitern vorzuziehn. Sie wirken auf weit grösere Entfernungen und heben die Wirkung des Blitzes ohne Explosion auf, welche bei Kugeln immer Statt hat und stets mit einiger Gefahr verbunden ist. Der zweite Versuch zeigt aber, dass eben diese Wirkung der Spitzen in grösern Fernen, den Blitz desto eher nach dem Hause zu lenkt; und in so fern möchte es scheinen, dass Kugeln den Spitzen vorzuziehn wären. Bedenkt man hingegen, dass die meisten Metalle in den Gebäuden zugeschärft oder zugespitzt

sind, und dafs sie gerade so wie die Spitzen auf den Ableiter wirken, ihr Wirkungskreis also vielleicht weiter als der des Ableiters mit Kugeln reicht; dafs ferner die Höhe einer Spitze, in Vergleich der ganzen Ausdehnung, wohl zu geringe seyn möchte, um die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, merklich zu erhöhen: so scheint es doch, als dürfe man von Ableitern, die sich in Spitzen endigen, sich einen bessern Erfolg als von Ableitern mit Kugeln versprechen.

Diese Betrachtungen über die Wirkungen verstärkter Electricität habe ich bisher mit Fleifs auf einzelne Gebäude eingeschränkt; allein sie können sich in der Natur auf einen viel gröfsern Erdraum, als den ein Gebäude einnimmt, verbreiten. Der Blitz, der einen Gewitterableiter trifft, kann längs desselben, ohne dem Gebäude Schaden zu bringen, zur Erde herabgehn, (wenn die untere Fläche der geladenen Luftschicht sich durch keinen Theil des Gebäudes weiter erstreckt;) allein wenn er in Berührung mit der Erde gekommen ist, wird er sich deshalb noch nicht sogleich zersetzen. Das findet nur da Statt, wo er mit entgegengesetzter Electricität in Verbindung kommt. Haftet diese an entlegenen Körpern auf der Erde, so wird der Blitz fortwirken, bis er an den Ort dieser entgegengesetzten Electricität angelangt ist; und findet er nicht auf diesem Wege gute Leiter, so kann er dabei noch grofsen Schaden anrichten.

Man pflegt den Schaden, der in einiger Entfernung von dem Platze angerichtet wird, an welchem der Blitz eingeſchlagen hat, aus Gründen der Franklinſchen Theorie, dem ſogenannten *Rückſchlag* zuzuſchreiben. Mit einer wenigſtens gleichen Wahrſcheinlichkeit läſst er ſich davon ableiten, daſs der Platz in dem Wege lag, den der Blitz von einer der Oberflächen der geladenen Luftſchicht zur entgegengeſetzten nahm.

Fig. 2 ſtellt ein Haus mit einem Blitzableiter vor, welcher vom Blitze getroffen wird. Es ſey *AA* die obere, *BBB* die untere Fläche der geladenen Luftſchicht, welche die Erde oder Körper auf der Erde berührt. Nach Verſchiedenheit der Fälle, welche den drei erſten Verſuchen entſprechen, erſtrecke ſich dieſe untere Fläche einmahl bis 1, das andere Mahl bis 2, das dritte Mahl bis 3, und die punktirten Linien *A*1, *A*2, *A*3 mögen für dieſe drei Fälle die Grenzen der geladenen Luftſchicht bezeichnen. Dem zweiten Verſuche zu Folge wird der Blitz, wenn er den Gewitterableiter *C* trifft, den Weg *CF* nehmen, und folglich, wenn *A*2 die Grenze der geladenen Luftſchicht iſt, in das mit dem Ableiter verſehene Gebäude ſelbſt, und wenn *A*3 dieſe Grenze iſt, in das benachbarte Gebäude bei *F* einſchlagen.

II.

Einige OPTISCHE BEMERKUNGEN, *beſonders über die Reflexibilität der Lichtſtrahlen*,

von

P. PREVOST
Profeſſor zu Genf, F. R. S. *)

Die verſchiedene *Brechbarkeit* der farbigen Elemente des Lichts, mit der ſeit Newton's Zeit die Phyſiker ſich emſig beſchäftigt haben, und die, von allen Seiten beſtritten, ſich doch gehörig beſtätigt hat, ſcheint jetzt keinem Streite mehr unterworfen zu ſeyn. Nicht ſo die verſchiedene *Reflexibilität* des farbigen Lichtes. Noch kürzlich hat ein eng-

*) Im Auszuge aus den *Philoſophical Transact. for* 1798, *Part.* 2, p. 311 — 331. Prevoſt kannte, als er dieſen Aufſatz der Londner Societät überſchickte, nur die erſte Abhandlung Brougham's in den *Philoſoph. Transact. for* 1796, *Part.* 1, und nicht deſſen zweite Abhandlung in den *Philoſ. Transact. for* 1797, *Part.* 2. Dieſe zweite Abhandlung veranlaſste ihn zu mehrern Verſuchen über die verſchiedene Reflexibilität des farbigen Lichts, welche mit den dahin gehörigen Bemerkungen aus gegenwärtigem Aufſatze, zu einem Ganzen verſchmolzen, im *Journal de Phyſique*, t 6., p. 273 — 293, abgedruckt ſind. Sie trage ich in dem *Anhange* zu dieſem Aufſatze nach. *d. H.*

lischer Physiker, Brougham, der die Gesetze dieser Reflexibilität zum Gegenstande seiner Untersuchungen machte, auf seine Versuche Folgerungen gegründet, die den Resultaten, welche Newton aus den seinigen zog, widersprechen.

Newton *) glaubte *erstens* aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass nicht alles Licht gleich reflexibel ist, sondern das die brechbarsten Strahlen auch stärker reflexibel als die andern sind, so dass, wenn unter einem gewissen bestimmten Winkel ein weisser Lichtstrahl auf eine Glasebene fällt, der violette Strahl allein zurückgeworfen werde, indess die sechs andern farbigen Strahlen noch durch das Glas hindurchgehn, blos Brechung erleiden, und erst zurückgeworfen werden, wenn der Einfallswinkel des Strahls vergrösert wird. Brougham **) findet diese Versuche nicht ganz überzeugend, und stellt, auf einen andern Versuch sich stützend, die entgegengesetzte Behauptung auf, dass nämlich alle Lichtstrahlen bey gleichem Einfallswinkel auch eine gleiche Fähigkeit haben, zurückgeworfen zu werden.

Nach Newton ist *zweitens* für alle zurückgeworfene Strahlen der Unterschied der Einfallswinkel dem der Abprallungswinkel gleich. Nach Brougham hingegen ist dies lediglich für die Strahlen zwischen blau und grün der Fall; bei allen andern

*) *Optica*, lib. I., pars 1, prop. 3.

**) *Philos. Transact. for* 1796, pag. 272.

farbigen Strahlen sind der Einfalls- und Abprallungswinkel ungleich, und zwar so, dafs die brechbarsten Strahlen am *wenigsten* reflexibel sind, also für den rothen Strahl der Abprallungswinkel kleiner, für den violetten dagegen gröfser als der Einfallswinkel wird.

Diese beiden widersprechenden Meinungen verdienen eine genauere Untersuchung, da es wichtig ist, zu wissen, auf wessen Seite hier die Wahrheit steht, und welcher von beiden Physikern die Natur am sorgfältigsten befragt, und ihre Antworten am besten ausgelegt hat. Dieses will ich versuchen hier zu entscheiden. Die Abhandlung Brougham's enthält aufserdem noch eine Menge anderer sehr interessanter Beobachtungen, und entwickelt besonders die Phänomene der Beugung des Lichts mit grofser Sorgfalt, daher seine Meinung, die mit so vielen neuen und wichtigen Versuchen untermischt ist, sich nicht so geradezu von der Hand weisen läfst, und eine sorgfältige Prüfung verdient.

Erste Frage. Findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedene Reflexibilität nach Newtons Sinne statt.

Newton liefs einen weifsen Lichtstrahl senkrecht auf die vordere Fläche eines Prisma fallen, um zu beobachten, wie dieser Strahl von der hintern Fläche werde zurückgeworfen werden. Als er das Prisma etwas drehte, wurde zuerst der violette Strahl, dann die andern nach ihrer Brechbarkeit, und zuletzt der rothe Strahl zurückgeworfen; wor-

aus Newton schliefst, dafs der violette Strahl unter einem kleinern Einfallswinkel als der rothe zurückgeworfen werde. (Experim. 9.)

Hiergegen bemerkt nun zwar Brougham mit Recht, dafs, da das Prisma aus seiner ersten Lage gedreht werden mufste, um die Zurückwerfung zu bewirken, der Strahl nicht mehr ungebrochen durch die Vorderfläche durchgehn konnte, dafs mithin die farbigen Strahlen nicht unter gleichen Winkeln auf die Hinterfläche auffielen. Nach Newton's ausdrücklicher Angabe war aber das Prisma, (Fig. 1, Taf. IV,) hierbei nach der Richtung *ABC* gedreht worden, so dafs das Einfallsloch *PO* vom einfallenden Strahle abwärts nach *A* zu fiel. Da nun die violetten Strahlen *PV*, als die brechbarsten, am nächsten nach dem verlängerten Einfallslothe zu gebrochen werden; so mufste in diesem Falle der Winkel *PVC* gröfser als *PRC*, mithin *PVS* kleiner als *PVR* seyn, und der violette Strahl unter einem *kleinern* Einfallswinkel als der rothe auf die Hinterfläche des Prisma auffallen, d. h. unter den ungünstigsten Umständen für die Zurückwerfung. Und doch wurde der violette Strahl eher als der rothe zurückgeworfen; er war daher gewifs mehr reflexibel als der rothe.

Dagegen bleibt indefs noch eine Schwierigkeit. Newton beschreibt den Querschnitt seines Prisma als ein gleichseitiges rechtwinkliches Dreieck, (*Optic. Exper.* 9, lib. 1, p. 1.), daher der Einfallswinkel des Strahls *FD* auf die Hinterfläche *BC* ungefähr 45° betragen hätte. Nun aber wird schon bei

einem Einfallswinkel von 40° 11′ der ganze Strahl reflectirt; sollte folglich ein Theil desselben durch die hintere Glasfläche noch durchgehn, so hätte das Prisma so gedreht werden müssen, dass der Einfallswinkel auf die Hinterfläche vermindert worden wäre, und dieses kann nur dann geschehn, wenn man das Prisma nach der entgegengesetzten Richtung *BAC* dreht. Dann fiele aber das Einfallsloth *OP* auf die entgegengesetzte Seite des einfallenden Strahls als in Fig. 1, und eben so der violette Strahl auf die andre Seite des rothen, da denn sein Einfallswinkel der grösere wäre, und es mithin keinen Beweis einer grösern Reflexibilität abgeben könnte, wenn er früher als der rothe zurückgeworfen würde. Allein diese Schwierigkeit, die blos aus dem flüchtigen Vortrage an der erwähnten Stelle entspringt, fällt fort, wenn man damit die *Lectiones Opticas* *) vergleicht, wo man eine Art von Commentar zu jener Stelle findet, und wo Newton ausdrücklich sagt, dass er sich verschiedener brechender Winkel bedient habe, und dass man um die erwähnte Wirkung zu erhalten, Prismen mit einem Brechungswinkel von nicht mehr als 40° nehmen müsse. Geht ein weisser Lichtstrahl senkrecht durch die Vorderfläche eines solchen schicklich gewählten Prisma, so wird ein Theil seines farbigen Lichts, und zwar das stärker brechbare, reflectirt, indess das minder brechbare noch durch die Glasfläche

*) *Newtoni Opuscula*, Lausannae 1744, Tom. 2, p. 217—223.

durchgeht, woraus offenbar erhellt, dafs die violetten Strahlen reflexibler als die übrigen sind, diesen Ausdruck in Newton's Sinne genommen.

Brougham führt noch als einen Beweis der entgegengesetzten Meinung folgenden Versuch an: „Ich hielt ein Prisma senkrecht, und fing das Farbenbild desselben mittelst eines zweyten Prisma so auf, dafs es von dessen Hinterfläche zurückgeworfen wurde, da dann alle Strahlen unter gleichen Winkeln einfielen. Als ich darauf das senkrechte Prisma um seine Achse drehte, so wurden stets alle farbigen Lichtstrahlen zugleich durchgelassen oder zurückgeworfen.". Zu geschweigen, dafs Newton gerade das entgegengesetzte Resultat bey diesem Versuche erhielt, *) so konnten die farbigen, durch das senkrechte Prisma gebrochnen Strahlen, doch nicht alle, weder anfangs, noch beim Drehen des Prisma, unter gleichen Winkeln auf das zweite Prisma auffallen; die Einfallswinkel konnten also leichtlich so ausfallen, dafs, Newton's Behauptung ungeachtet, dieser Erfolg eintreten mochte; wiewohl Brougham selbst auf diesen Versuch nicht weiter besteht, ihn auch nicht wiederholt zu haben scheint.

Es scheint mir folglich, dafs man noch immer mit Newton berechtigt ist, zu behaupten, dafs die brechbarsten Strahlen auch am meisten re-

*) „Radii purpuriformes primo omnium reflectuntur, et ultimo rubriformes." *Lect. Opt., Opusc.*, T. 1, pag 220.

flexibel sind, diesen Ausdruck nach seinem Sprachgebrauche genommen.

Zweite Frage. Findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedne Reflexibilität nach Brougham's Sinne statt?

Ein weisser Lichtstrahl, den Brougham auf den Umfang eines sehr dünnen und polirten Cylinders, (einer Metallsaite,) fallen liefs, gab zurückgeworfen ein Farbenbild; und da in diesem alles gemessen und den Umständen gemäfs berechnet wurde, schien es, als würden die bläulichen und grünlichen Strahlen allein unter einem, ihrem Einfallswinkel gleichen Ausfallswinkel zurückgeworfen; die rothen hingegen unter einem kleinern, und die violetten unter einem gröfsern Abprallungswinkel reflectirt.

Dieses ist der Fundamental-Versuch für Brougham's Behauptung, dafs die Ausfallswinkel der rothen Strahlen kleiner, der violetten gröfser als der Einfallswinkel, und das farbige Licht in so fern von verschiedner Reflexibilität sey. Es kömmt also darauf an, ob der Versuch für diese Meinung beweisend ist.

Da die Kraft, worauf die Zurückwerfung der Lichtstrahlen beruht, sie sey welche sie wolle, nach Perpendikeln auf der zurückwerfenden Fläche wirkt, und in der ganzen Sphäre ihrer Wirksamkeit bei gleichen Entfernungen des Lichtes gleich stark ist, (Sätze Newton's, die Brougham annimmt;) so mufs für eine zurückwerfende *Ebene* das katoptrische Grundgesetz, welches bis jetzt alle Optiker

angenommen haben, in aller Strenge ſtatt finden, wie auch die Intenſität der repulſiven Kraft und die Geſchwindigkeit und Neigung des einfallenden Strahls beſchaffen ſeyn mögen, vorausgeſetzt, daſs der Strahl nicht mit der Ebene parallel läuft, ſondern wirklich gegen ſie geneigt iſt. Dann kann aber weiſses Licht, das ganz zurückgeworfen wird, dabei nicht in farbige Strahlen zerſetzt werden, welches vollkommen mit Brougham's Verſuchen übereinſtimmt, dem dieſe Zerſetzung mittelſt Ebenen oder krummer Flächen, die nicht einen auſserordentlich geringen, ſo zu ſagen verſchwindenden Halbmeſſer hatten, (wo folglich ein Element der Curve für ein Lichtpartikelchen ſo gut als eben war,) auf keine Art glückte.

Es ſey *HHH* Fig. 2 ein ſehr dünner polirter Cylinder, (die Metallfaite,); *BRVK* die Sphäre der Wirkſamkeit deſſelben auf das Licht, und *AB* ein weiſser Strahl, der auf ſie im Puncte *B* einfällt. Dabei wollen wir annehmen, was auch Brougham thut, das farbige Licht werde in verſchiedener Stärke zurückgeſtoſsen, und zwar das rothe ſtärker als das violette, ſo daſs der violette Strahl tiefer in die repulſive Sphäre eindringt. Nun aber folgt aus dem Newtonſchen Geſetze für dieſe Zurückwerfung, daſs die Bahn des gleichartigen Lichts in dieſer Sphäre eine krumme Linie mit zwei ſich deckenden Aeſten ſeyn muſs, deren Achſe durch den Mittelpunkt *C* der Sphäre, oder des Querſchnitts des Cylinders geht; und iſt dieſes der Fall, ſo muſs der Winkel, unter dem der Strahl aus dieſer Wirkungsſphäre aus-

tritt, dem Eintrittswinkel deſſelben in ihr gleich ſeyn. Iſt daher *BOR* der Weg des rothen, *BQV* der Weg des violetten Strahls durch die repulſive Sphäre; ſo ſind die drei Winkel *FVL*, *ERG*, *ABD* gleich. Dem Beobachter erſcheint aber der Kreis *BRV* nur als ein Punkt: und überſieht er deshalb die Sphäre der Wirkſamkeit, und beachtet blos den Winkel, den die ausfahrenden rothen Strahlen *RG* und violetten *VL* mit dem einfallenden weiſsen Strahle *AB* machen; ſo wird er verführt werden, zu glauben, daſs für denſelben Einfallswinkel die Abprallungswinkel der farbigen Strahlen ungleich ſind, wie dieſes mit Brougham der Fall war, und dabei iſt es am natürlichſten, anzunehmen, daſs für die mittlern, d. h. für die grünlichen oder bläulichen Strahlen, der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich ſey; eine Behauptung Brougham's, die keinesweges Erfahrung, ſondern blos Muthmaſsung iſt. Denn es läſst ſich kein Mittel erdenken, wie man bei dieſen Verſuchen den Einfallswinkel unmittelbar und einzeln meſſen könnte.

Da nun, wenn man mit Brougham annimmt, daſs der rothe Strahl ſtärker als der violette zurückgeſtoſsen werde, der Fundamental-Verſuch dieſes Phyſikers aus dem bekannten Reflexionsgeſetze, für ebne Oberflächen ſich genugthuend erklären läſst; ſo iſt es nicht nöthig, von dieſem Geſetze abzugehn. Und hieraus ſchlieſse ich, *daſs die farbigen Strahlen nicht ungleich reflexibel*, in Brougham's

Sinne, sind, und dafs Newton's Reflexionsgesetz das wahre Gesetz der Natur sey." *)

Eine Bemerkung. Aus den bisherigen Auseinandersetzungen folgt, dafs die violetten Strahlen *eher*, (Newton's Versuch), die rothen dagegen *stärker*, (Brougham's Versuch) zurückgeworfen werden. Beides würde vielleicht nicht unvereinbar seyn, selbst wenn es unter denselben Umständen statt fände; denn es liefse sich z. B. denken, dafs die Sphäre der Wirksamkeit sich für die violetten Strahlen etwas weiter als für die rothen erstreckte, für diese aber von gröfserer Intensität wäre. Allein es ist wesentlich, hierbei zu bemerken, dafs beide Wirkungen unter *sehr verschiedenen*, ja selbst unter entgegengesetzten Umständen statt fanden. Und dieses deutet auf eine wichtige Ausnahme von Newton's Behauptung über die ungleiche Reflexibilität des farbigen Lichts.

Bei den Versuchen, auf welche Newton diese Behauptung gründet, geht die Zurückwerfung

*) So weit steht Prevost's Aufsatz sowohl in den *Philosoph. Transact.*, als im *Journal de Physique*. Die folgenden Bemerkungen und Annäherungen finden sich allein in den *Transactions*. Im *Journ. de Phys.* fährt er dagegen hier folgendermafsen fort: „Ich übergehe mehrere Bemerkungen, die mit dieser Materie in Verbindung stehn, und wende mich sogleich zu einigen Versuchen, welche das bisherige Raisonnement völlig zu bestätigen scheinen." Diese Versuche verspare ich für den Anhang. *d. H.*

im *dichtern* Mittel vor, *) wird folglich mittelſt einer *Anziehung* bewirkt. Bei Brougham's Fundamental-Verſuch geſchieht dagegen die Zurückwerfung im *dünnern* Mittel, und wird daher durch *Zurückſtoſsung* verurſacht. Man ſieht daher eines Theils, daſs die brechbaren Strahlen, d. h. die, welche das dichtere Mittel beim Durchgehn durch daſſelbe am ſtärkſten anzieht, auch im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten von dieſem Mittel angezogen werden; anderntheils, daſs die am wenigſten brechbaren Strahlen, d. h. die, welche das dichtere Mittel beim Durchgehn am wenigſten anzieht, im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten abgeſtoſsen, d. h. am wenigſten angezogen werden. Und dieſes ſcheint eine Ausnahme von Newton's Geſetze der ungleichen Reflexibilität zu ſeyn, welches ſich bloſs auf Verſuche gründet, wo die Zurückprallung im dichtern Mittel geſchieht. Ueber den zweiten Fall, nemlich die Zurückwerfung im dünnern Mittel, hat weder Newton noch ein Phyſiker bis auf Brougham Verſuche angeſtellt. Und die Verſuche dieſes Naturforſchers ſcheinen mir, (wenigſtens indirect,) auf ein entgegengeſetztes Geſetz der ungleichen Re-

*) Nemlich im Prisma; ſ. *Optica*, lib. I. p. 1, *Exp.* 9 et 10. Zwar könnte man beim 10ten Verſuche das Gegentheil glauben; allein ich glaube nicht, daſs die beiden Prismen ſich ſo genau auf einander legen lieſsen, daſs nicht Luft genug zwiſchen ihnen geblieben wäre, um die Zurückwerfung an der Vorderfläche zu bewirken. P.

flexibilität für diesen Fall zu deuten. In mir wenigstens, erwecken sie einen Hang zu glauben, dafs diese Reflexibilität der vorigen entgegengesetzt ist, welches überdies sehr natürlich zu vermuthen ist.

Einige Annäherungen.

Erste Frage. Läfst sich die Beugung des Lichts aus den Gesetzen für die Zurückwerfung des Lichts erklären?

Die Gesetze, welche wir oben für die *Zurückwerfung* aufgestellt haben, sind: dafs 1. die zurückstofsende Kraft nach den Perpendikeln auf der zurückwerfenden Ebene wirkt; und dafs 2. die rothen Strahlen stärker als die violetten, oder überhaupt die minder brechbaren Strahlen stärker als die brechbarern zurückgestofsen werden.

Die Gesetze für die *Beugung* des Lichts, welche Brougham sehr gut bestimmt hat, sind, (abgesehen von einigen genauen Maafsen,) folgende: 1. der am meisten inflexible Strahl ist auch am stärksten deflexibel; 2. der brechbarste Strahl ist stets am mindesten flexibel; so dafs der rothe Strahl in beiden Fällen der Beugung, (Inflexion und Deflexion,) stärker als der violette gebogen wird.

Was dieses Phänomen allein betrifft, so stimmt das Gesetz der *Deflexion* mit denen der Zurückwerfung überein, indem sich hier, wie in der Zurückwerfung, bei den rothen Strahlen die stärkste Zurückstofsung äufsert.

Das Gesetz der *Inflexion* stimmt hingegen nicht mit den Gründen überein, welche die Zurückwerfung erklären. Man könnte mit Brougham annehmen, dass die Strahlen, bei welchen die stärkste Zurückstossung statt findet, auch am stärksten angezogen werden; die ungleiche Brechbarkeit der Lichtstrahlen scheint aber gerade auf das Gegentheil zu führen.

Das versetzt uns in eine ähnliche Lage, wie Brougham's Versuch mit einen kleinen Cylinder. Die Körper, welche das Licht beugen, lassen sich mit dem kleinen Cylinder vergleichen; so wie bei diesem, so ist auch bei ihnen der Einfallswinkel des Strahls nicht unmittelbar gegeben, und man hat auch bei ihnen Grund, zu vermuthen, dass er sowohl dem Deflexions-Winkel als auch dem Inflexions-Winkel gleich ist, nur dass der Beobachter dieses übersieht. — Uebrigens ist das Phänomen der Inflexion zusammengesetzter, weil die Curve, in welche der Strahl sich bewegt, zwei Wendungspunkte haben muss. Es lassen sich für diese Gesetze einige Erklärungen auffinden, die dem ersten Anscheine nach gegen anerkannte Grundsätze zu verstossen scheinen; doch enthalte ich mich aller Versuche dazu.

Zweite Frage. Lassen sich die Gesetze für die Zurückwerfung und die Brechung des Lichts vereinigen?

Ja! So wie die Lichtstrahlen durch die repulsive Sphäre hindurch sind, kommen sie in die attractive;

und obschon die rothen Strahlen am stärksten zurückgestossen werden, so hindert das nicht, dass sich auf die violetten die stärkste Anziehung äussern könne. Vielmehr scheint eins mit dem andern sehr natürlich verbunden zu seyn, und man hat Grund, bei Strahlen, die sich schwerer zurückstossen lassen, eine stärkere Anziehung zu erwarten. Diese zeigt sich auch in der That bei der Brechung der Lichtstrahlen. Denn schwerlich ist irgend etwas in der theoretischen Optik besser erwiesen, als dass die Brechung auf einer Anziehung nach den Perpendikeln auf der brechenden Fläche beruht, und dass die violetten Strahlen deshalb brechbarer sind, weil sie von dieser Fläche stärker als die andern angezogen werden. Und damit stimmt die Erscheinung beim Zurückwerfen im dichtern Mittel völlig überein.

Dritte Frage. Lassen sich die Gesetze der Beugung aus denen der Brechung des Lichts ableiten?

Nein. Denn immer bleibt das Gesetz der Inflexion aus den letztern unerklärbar, da es scheint, als würden die rothen Strahlen bei der Inflexion am stärksten, bei der Brechung am wenigsten von der wirkenden Fläche angezogen. In so fern stehn also die Erscheinungen bei der Beugung des Lichts für uns noch isolirt da.

Vierte Frage. Ist es nicht einerlei Kraft, die nur nach Verschiedenheit der Umstände sich ver-

schieden äufsert, durch welche das Licht zurückgeworfen, gebrochen und gebeugt wird?

So frug schon Newton zu Anfang dieses Jahrhunderts, und noch jetzt, am Ende desselben, bleibt, wie mich dünkt, diese Frage unbeantwortet. Zwar bejaht sie Brougham bestimmt, am Schlusse seiner Abhandlung, wo er die Resultate seiner Untersuchungen zusammenstellt, und das ist auch das wahrscheinlichere; aber bewiesen ist es auch durch ihn noch nicht.

Die einzige neue und unstreitig wichtige Aehnlichkeit, welche Brougham unter diesen drei Klassen von Phänomenen aufgefunden hat, ist das harmonische Verhältnifs der einzelnen Farben in den Farbenbildern, sie mögen durch Brechung, Zurückwerfung oder Beugung hervorgebracht seyn. Sie bestärkt die an sich schon so wahrscheinliche Meinung, dafs diese Erscheinungen aus einerlei Princip fliefsen; aber weiter wage ich daraus nichts zu schliefsen.

Zwar stellt Brougham die Behauptung auf: „die Reflexibilität der Lichtstrahlen stehe im umgekehrten Verhältnisse mit ihrer Brechbarkeit;" dieses gründet sich aber auf folgende Versuche: Newton liefs aus der ebenen Oberfläche eines Prisma, unter einem bekannten Einfallswinkel, einen Lichtstrahl ausgehn, beobachtete den Brechungswinkel der rothen und violetten Strahlen, und fand, als der gemeinschaftliche Einfallswinkel 31° 15′ 0″ betrug, den gebrochnen Winkel des rothen Strahls 53° 4′ 58″ und den des violetten Strahls 54° 5′ 2″,

mithin verhielten sich die Sinus dieser Winkel wie 50 : 77 : 78. — Brougham liefs einen weifsen Strahl auf die convexe Oberfläche einer Metallsaite unter einen unbekannten Einfallswinkel fallen, beobachtete dessen Zurückwerfung, und schlofs daraus, der gemeinschaftliche Einfallswinkel habe 77° 20′, der Abprallungswinkel der rothen Strahlen 75° 50′ und der der violetten 78° 51′ betragen, woraus für die Sinus dieser Winkel das Verhältnifs von $77\frac{1}{2}$: 77 : 78 folgt. In beiden Fällen drücken also zwar die Zahlen 77 und 78 Gränzen aus, sowohl für die Brechung als für die Zurückwerfung; allein daraus läfst sich keinesweges auf ein umgekehrtes Verhältnifs zwischen den Gröfsen, die man in diesen Phänomen gemessen hat, schliefsen. Dazu sind, sähe man auch nur blofs auf die Einfallswinkel, die Umstände viel zu verschieden; und da überdies bei gleichem Einfallswinkel die Farbenzerstreuung von der Beschaffenheit der brechenden Materie abhängt, so läfst sich vollends kein solches bestimmtes Verhältnifs ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der Materien denken. Brougham's Behauptung will daher nur so viel sagen: „dafs die farbigen Strahlen, die auf dem durch Brechung erzeugten Farbenbilde den meisten Raum einnehmen, auf dem Farbenbilde, das durch Zurückwerfung entsteht, den kleinsten Raum einnehmen, und dafs in beiden Farbenbildern ein harmonisches Verhältnifs statt finde, (*et que l'un et l'autre offre la division harmonique.*) Das deutet zwar auf Aehnlichkeit,

reicht aber nicht hin, daraus auf Einheit des Princips für beide Erſcheinungen zu ſchlieſsen.

Gerade ſo iſt Brougham's Behauptung, „die Beugbarkeit verhalte ſich direct wie die Reflexibilität, und indirect wie die Brechbarkeit der Strahlen," zu verſtehen. Die Umſtände ſind dabei noch viel ungleicher, und deſshalb iſt das harmoniſche Verhältniſs im Farbenbilde ein noch viel ſchwächerer Grund für die Identität des Princips dieſer drei Erſcheinungen. — Und doch kann man nicht läugnen, daſs dieſe ſchwache Analogie zu jener Ueberzeugung leitet, und daſs der Verſtand nicht eher befriedigt ſeyn wird, bis man die Beugung des Lichts mit der Brechung und Zurückwerfung auf ein Princip zurückgeführt haben wird.

Fünfte Frage. Verdient der phyſiſche Grund, den ſchon Newton für dieſe Phänomene angedeutet und Brougham zu Rechnungen benutzt hat, nämlich die Maſſenverſchiedenheit der farbigen Lichtpartikelchen, einiges Zutrauen, da wir über die Kräfte, welche dieſe Erſcheinungen bewirken, beſonders die Repulſivkraft, und über den Mangel an Uebereinſtimmung zwiſchen der Beugung und den übrigen Phänomenen, noch ſo ſehr im Dunkeln ſind?

Iſt man berechtigt, Newton's Theorie vom ſchwerern und leichtern Durchgange des Lichts, Schichtenweiſe, (*des accès de facile et difficile transmiſſion*,) für eine Hypotheſe zu halten? Sie iſt nichts als die verallgemeinerte Ausſage einer

richtig beobachteten Thatsache. Hängen die abwechselnden Transmissionen und Reflexionen lediglich von der Dicke der durchsichtigen Schichten ab, so müssen entweder die Lichtstrahlen, oder die Mittel, abwechselnd, in gleichen Zeittheilchen in entgegengesetzten Dispositionen seyn. Wenn man die Versuche mehr abwechselt, so wird es sich zeigen, ob die Dicke der Schichten darauf Einfluss hat. Der Abbé Mazeas hatte zu diesem Ende einige Versuche angestellt, die zwar noch kein entscheidendes Resultat gaben, (*Mém. des Sav., Etr.* 1755,) auf die sich aber vielleicht mit Erfolg fortbauen liesse. Newton scheint auf die Theorie der dünnen durchsichtigen Schichten schon in seinem 27sten Jahre gekommen zu seyn, und hat sie erst 35 Jahr später bekannt gemacht. Denn schon 1669 spielte er darauf in seinen Vorlesungen zu Cambridge an, und die erste Ausgabe seiner Optik erschien im Jahr 1704. So lächerlich es seyn würde, selbst die höchste Autorität Vernunftgründen entgegen zu setzen; so sehr verdient auf der andern Seite eine so überdachte Meinung sorgfältige Prüfung.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass wenn die Erscheinung, welche Brougham im Zurückwerfen der Lichtstrahlen von einem sehr kleinen Cylinder wahrnahm, sich aus den Grundsätzen Newton's ableiten lässt, dieses dem Gebrauche nicht entgegensteht, den Brougham davon zur Erklärung der natürlichen Farben der Körper macht. Seine Erklärungsart widerspricht der Newtonschen

nicht,

nicht, da es gar nicht ausgemacht ist, dafs die Farben der Körper nur auf Eine Art erzeugt werden. Dabei mufs nothwendig jedes Theilchen des Körpers die Strahlen unter vielerlei Winkeln zurückwerfen; ich finde aber nicht, dafs Brougham die Erscheinung an seinem dünnen Cylinder unter verschiedenen Einfallswinkeln bewirkt habe, da er nur von Einfallswinkeln, die ungefähr 77° betrugen, zu sprechen scheint.

ANHANG.

Einige Versuche über die verschiedene Reflexibilität des farbigen Lichts,

von

P. Prevost. *)

Brougham versichert, dafs, als er einen weifsen Lichtstrahl auf die Oberfläche einer Metallseite unter einem Winkel von 77° 20′ habe einfallen lassen, er gefunden habe, dafs die rothen Strahlen unter einem Winkel von 75° 50′, die violetten unter einem Winkel von 78° 51′ zurückgeworfen wurden, so dafs die Sinus des Einfalls- und dieser beiden Abprallungswinkel zu einander im Verhältnisse von $77\frac{1}{2} : 77 : 78$ standen. **) Wir wollen uns an diese

*) *Journal de Physique*, t. 6, p. 284 — 293. Vergl. oben S. 129, Anm., und S. 138, Anm. *d. H.*

**) Siehe oben S. 144.

Thatſache halten, und daraus einige Folgerungen ziehn.

Die Divergenz der rothen und der violetten zurückgeworfenen Strahlen iſt *entweder*, wie *ich* behauptet habe, der Krümmung der zurückwerfenden Sphäre, *oder* der verſchiedenen Reflexibilität der farbigen Lichtſtrahlen, in Brougham's Sinne, zuzuſchreiben. Im erſtern Falle findet ſie bei keinem ebenen Spiegel Statt, wohl aber im letztern. *)

Ehe ich jedoch zu Verſuchen hierüber ſchritt, machte ich folgende Ueberlegung. Wenn die rothen und violetten Strahlen bei gleichem Einfallswinkel auf denſelben Punkt, divergirend zurückgeworfen werden, und die Sinus ihrer Abprallungswinkel, wodurch dieſe Divergenz beſtimmt wird, um $\frac{1}{4}$ des gröſsern Sinus verſchieden ſind; ſo muſs, ſteht das Auge um 10000 Theile vom Reflexionspunkte ab, und werden die mittlern Strahlen unter einem Winkel von 77° zurückgeworfen, der Sinus der mittlern zurückgeworfenen Strahlen 9750 ſolcher Theile, und mithin die Divergenz zwiſchen den rothen und violetten Strahlen, die, nach Brougham, etwas über $\frac{1}{38}$ dieſes Sinus betragen

*) Brougham macht in ſeiner zweiten Abhandlung in der That Anwendungen davon auf ebene Spiegel; dieſe ſind aber gänzlich unzuläſſig, liegt die beobachtete Divergenz in der Krümmung, nicht in der verſchiedenen Reflexibilität der Lichtſtrahlen.

Pr.

soll, ungefähr 125 solcher Theile betragen. Sind diese Theile kleiner als Hundertel vom Millimètre, so möchten die farbigen Strahlen allerdings einander zu nahe seyn, um von einander unterschieden zu werden; sind es aber nur Zehntel-Millimètres oder gröfsere Längen, so lassen sie sich gewifs unterscheiden. Denn rothe und violette Strahlen, die über ein Centimètre von einander abstehn, erscheinen so, wie im Farbenspectro eines Prisma von Kronglas, bei einem brechenden Winkel von 63°, das 17 Centimètres, ($\frac{1}{2}$ Fufs,) vom Prisma aufgefangen wird. Ein solches Farbenspectrum ist aber sehr wohl wahrnehmbar.

Versuch 1. Ich liefs einen Lichtstrahl durch ein kreisförmiges Loch, von 1 Millimètre, ($\frac{1}{2}$ Linie,) Durchmesser so auf einen ebenen Glasspiegel fallen, dafs der zurückgeworfene Strahl einen Winkel von ungefähr 77° mit der Spiegelfläche machte, und brachte das Auge in diesen zurückgeworfenen Strahl etwas über 3 Mètres, (ungefähr 10 Fufs,) vom Spiegel. Das Bild des Lochs war nicht farbig, und mehrentheils fand nur ein einziges Bild Statt. Zeigten sich mehrere, welches besonders von der Entfernung zwischen dem leuchtenden Punkte und dem Spiegel abhing, so rührten sie offenbar von der vielfachen Reflexion in der vordern und der hintern Glasfläche her, von der ich beim nächsten Versuche mehr sagen werde.

Dieses war zu erwarten. Denn würfen ebene Spiegel die farbigen Strahlen divergent zurück, so

würden, wenn man sich von ihnen entfernte, die Gegenstände darin nicht unter ihren natürlichen Farben, sondern wie durch ein Prisma mit farbigen Rändern erscheinen. Auch gesteht Brougham in seiner ersten Abhandlung, (*Philos. Transact. for* 1796,) dass es ihm nicht gelungen sey, die farbigen Strahlen mittelst ebener Spiegelflächen von einander zu trennen. In seiner zweiten Abhandlung drückt er sich indess so aus, als habe er endlich diese Farbenzerstreuung bewerkstelligt, ohne doch die Art, wie er sich dabei genommen, oder Versuche darüber anzuführen. Dieses bestimmte mich, auf Mittel zu sinnen, die Wirkung einer ungleichen Reflexibilität des farbigen Lichts nach Willkühr vergrösern, und viel anschaulicher machen zu können, als durch blosses Entfernen vom Spiegel, damit aller Zweifel hierüber gehoben würde.

Dieses läst sich sehr leicht durch wiederholte Zurückwerfung bewerkstelligen. Denkt man sich zwei unbegrenzte, einander in paralleler Lage gegen über stehende Spiegelebenen, welche den Strahl wiederholt von einer zur andern zurückwerfen; so würden Strahlen von verschiedener Reflexibilität immer weiter von einander zerstreut werden, sowohl wegen des längern Weges bis zum Auge, als auch wegen der Veränderung des Auffallswinkels der farbigen Strahlen nach der ersten Reflexion, bei jeder der folgenden Zurückwerfungen. Fällt der weisse Strahl unter einem Winkel von 77° auf, und es betrüge der Unterschied der Sinus der Abpral-

lungswinkel $\frac{1}{74}$ des gröfsern; so müfsten schon nach dreimahliger Reflexion die äufserften farbigen Strahlen um mehr als $\frac{1}{13}$tel, oder fast um $\frac{1}{12}$tel dieses gröfsern Sinus, (den senkrechten Abstand der beiden parallelen Spiegelflächen zur Einheit angenommen,) von einander entfernt seyn.

Versuch 2. Ich liefs, wie zuvor, auf einen ebenen Glasspiegel einen Strahl weifsen Lichts unter einem Winkel von 77° oder weniger einfallen, und nahm nun, bei gehöriger Lage des Auges, mehrere Bilder wahr, die durch wiederholte Reflexion an der Vorder- und Hinterfläche des Glases bewirkt wurden. *) Diese Bilder standen in gleichen Ent-

*) Ist nämlich *AA*, Fig. 3, Taf. IV, die vordere, *BB* die hintere belegte Fläche des ebenen Glasspiegels, *L* der leuchtende Punkt vor dem Spiegel, *LM* das Perpendikel durch den leuchtenden Punkt auf die beiden Spiegelebenen, und O das Auge; so wird ein Theil des einfallenden Strahls *L*α schon von der vordern Glasfläche zurück ins Auge geworfen: und nimmt man $A1 = LA$, so ist 1 der Ort des Bildes, das man vermöge dieser Reflexion sieht. Das meiste Licht geht indefs durch die Vorderfläche durch, wird von der hintern in β zurückgeworfen, und zeigt, wenn man $B2 = LB$ nimmt, ein Bild in 2, welches heller als das erste seyn mufs, da die Folie mehr Strahlen als die vordere Fläche zurückwirft. Ein Verwandter Prevoft's, der sehr scharf sah, hielt in jedem Falle dieses zweite Bild für das hellefte. Von dem in β reflectirten Lichte wird wiederum etwas von der Vorderfläche in γ auf die Hin-

fernungen hinter einander, und nahmen an Lichtstärke allmählig ab. Das zweite schien das lebhafteste zu seyn; dann das erste, (d. h. das, welches zunächst hinter dem Spiegel stand,) und dieses war zugleich gewöhnlich das netteste; das dritte erschien schwächer; noch schwächer das vierte, das fünfte u. s. f. Die drei ersten waren sehr deutlich, obschon von ungleicher Lebhaftigkeit. Keins von allen diesen Bildern hatte farbige Ränder.

Bedeckt man einen Punkt des Spiegels, und es verschwindet blos das dritte Bild, und einen zweiten Punkt, so dass das erste Bild, (entweder allein oder mit allen andern Bildern,) verschwindet, so geben diese beiden Punkte den Abstand des einfallenden von dem zurückgeworfenen Strahle, der das dritte Bild macht, auf der Oberfläche des Spiegels. In gegenwärtigem Versuche betrug dieser Abstand ungefähr 56 Millimètres, (2 Zoll.) Nun ist sie viermahl so gross als der Sinus des Einfallswinkels, *) und wir haben ge-

terfläche in δ, und von da nach ε zurückgeworfen, wodurch, (mittelst dreifacher Reflexion,) das 3te schwächere Bild entsteht, u. s. f. So erzeugen sich durch wiederholte Reflexionen von beiden Glasflächen viele Bilder, die hinter einander in dem Perpendikel auf der Spiegelfläche, und in gleichen Entfernungen von einander stehn. *d. H.*

*) Nämlich der Abstand der Vorder- und Hinterfläche des Glases als Lineareinheit angenommen. Denn ist βζ das Einfallsloth auf der hintern Fläche,

ſehn, daſs nach dreimahliger Reflexion zwiſchen zwei parallelen Spiegelebenen der vorgebliche Abſtand der äuſserſten farbigen Strahlen faſt $\frac{1}{12}$ dieſes Sinus betragen müſste. Mithin würde dieſer Abſtand auf $\frac{56}{48}$ Millimètres, alſo auf etwas mehr als 1 Millimètre oder $\frac{1}{2}$ Linie ſteigen, hätte alſo in dieſem Verſuche, wenn gleich ſehr wenig, doch bemerkbar werden müſſen. Dieſes war aber keinesweges der Fall, und es zeigten ſich, wie ſchon erwähnt worden, keine Farben.

Die Brechung, welche der Strahl beim Eintritte in die Spiegelfläche leidet, wird durch die Brechung beim Austritte aus derſelben völlig compenſirt, ſo daſs die farbigen Strahlen insgeſammt parallel ausfahren, daher ſie nicht einzeln, ſondern in einander fallend, als weiſses Licht ins Auge kommen. Dieſer Umſtand kann alſo keine Störung veranlaſſen.

Bringt man, ſtatt eines kleinen Loches, die Flamme eines Lichts vor den Spiegel, ſo zeigen ſich, wenigſtens in manchen Spiegeln, 7 bis 8 Bilder. Im achten Bilde ſind die Lichtſtrahlen 15mahl zurückgeworfen worden, und doch zeigt ſich daran kein Rand prismatiſcher Farben. Nur ſchienen mir dieſe

mithin $\alpha\beta\zeta$ der Einfallswinkel, ſo iſt $\alpha\gamma$ zweimahl und $\alpha\varepsilon$ viermahl ſo groſs, als der Sinus des Einfallswinkels, $\alpha\beta$ (d. i. ungefähr die Dicke des Spiegels,) für die Lineareinheit angenommen.

d. H.

letztern sehr schwachen Bilder gewöhnlich etwas wenig ins Blaue zu fallen, worüber ich nachher noch einiges sagen will.

Versuch 3. Ich setzte auf zwei parallele Ebenen drei ebene Glasspiegel, so dass ein Strahl, der auf den ersten unter einem Winkel von ungefähr 77° einfiel, zwischen den beiden andern mehrere Mahl von einer Ebene zur andern zurückgeworfen wurde. Der Abstand beider Ebenen von einander, oder der Cosinus des Einfallswinkels, betrug 4 oder 5 Decimètres, folglich der Sinus des Einfallswinkels etwas über 2 Mètres. Es zeigte sich indess kein doppeltes farbiges Bild; und doch hätten, Brougham's Hypothese gemäss, die rothen und violetten Strahlen sich zuletzt bis auf 17 Centimètres, (6 Zoll,) von einander entfernen müssen. Da indess die doppelten Reflexionen der Glasspiegel Undeutlichkeit veranlassten, so glaubte ich den Versuch noch mit metallenen Spiegeln wiederholen zu müssen.

Versuch 4. Mit Metallspiegeln wiederholt, gab der Versuch völlig dieselben Resultate. Die Spiegelflächen waren breite Platten von polirtem Stahle und standen 18 oder 19 Centimètres, (7 Zoll,) weit von einander ab, da denn die farbigen Bilder auf der Oberfläche des letztern um 7 Centimètres, (2½ Zoll,) hätten von einander entfernt seyn müssen. Und doch erschien kein farbiger Rand.

Versuch 5. Um diesen Versuch noch etwas abzuändern, setzte ich an die Stelle der Lichtflamme ei-

nen Streifen rothes und einen zweiten Streifen blaues Papier. Durch dreimahl reflectirte Strahlen gesehn, erschien der eine genau an derselben Stelle, als nachher der andere. Würde das weisse Licht bei der Reflexion zersetzt, so hätten beide Bilder, wie mittelst eines Prisma, sich trennen, und zwar, den vorigen Berechnungen gemäfs, $2\frac{1}{2}$ Zoll weit aus einander stehen müssen, als man den einen Streifen an die Stelle des andern brachte.

Diese Versuche beweisen, wie mir däucht, hinlänglich, dafs in Brougham's Versuche die ungleiche Reflexion der homogenen farbigen Lichtstrahlen keinesweges einer vorgeblich verschiedenen Reflexibilität derselben, sondern blofs der Krümmung der zurückwerfenden Fläche zuzuschreiben sey.

Zum Beschlusse füge ich noch einige *Bemerkungen über die vielfachen Reflexionen zwischen den beiden Oberflächen eines belegten Glasspiegels* hinzu. Sie lassen sich sehr wohl am Tage mittelst eines kleinen Lochs wahrnehmen, das in einem Schirme, den man an ein Fenster setzt, angebracht ist. Hält man dahinter einen Glasspiegel, worin man das Bild des Lochs unter einem hinlänglich grofsen Einfallswinkel betrachtet, so sieht man es dreifach, unter allen den Umständen, die ich angegeben habe. Hier noch einige andere.

Selten, oder nie, sind die beiden Oberflächen eines Glasspiegels mit einander vollkommen parallel. Wären sie es, so müfsten alle Bilder, die durch wie-

derholte Zurückwerfung entstehn, in einem Perpendikel auf der Spiegelebene stehn; das habe ich aber nie gefunden. Sind beide Flächen vollkommen eben und nur gegen einander geneigt; so stehn die Bilder in einer Kreislinie, deren Mittelpunkt die Spitze des Neigungswinkels und dessen Halbmesser der Abstand des Objekts von derselben ist.*).

So müssen die Spiegelgläser, je nachdem sie mehr oder weniger regelmäfsig sind, verschiedene Erscheinungen geben. Einige zeigen so z. B. von einer Seite die Bilder in entgegengesetzter Ordnung als von der andern, die meisten indefs von beiden Seiten in einerlei Ordnung, und zwar in derselben, wie in Vers. 2, und als wenn die beiden Oberflächen parallel wären; ein Zeichen, dafs sie von gleichförmiger Dicke und an beiden Seiten gleichmäfsig gearbeitet sind.

In mehrern Spiegelgläsern ist es mir nicht geglückt, die Reihe von Bildern durch wiederholte Reflexionen wahrzunehmen. Das Glas derselben ist wahrscheinlich zu dünn, um sie ohne besondere Hülfsmittel wahrnehmbar darzustellen. Andere, mit dickem Glase, geben diese Erscheinungen vorzüglich deutlich.

Ich setze, man habe einen Spiegel, dergleichen die meisten zu seyn pflegen, dessen beide Oberflächen sich dem Parallelismus nähern, und worin die

*) Vergl. Gren's *Grundrifs der Naturl.*, §. 636. *d. H.*

Bilder, die durch vielfache Reflexionen zwiſchen beiden Flächen entſtehn, je weiter ſie vom Spiegel abliegen, deſto ſchwächer ſcheinen. Schiebt man vom Auge ab nach den Bildern zu über den Spiegel weg ein Papier, oder dergleichen, ſo verſchwindet zuerſt das entfernteſte und ſchwächſte Bild, dann das vorletzte, und ſo fort; zuletzt das erſte. Bringt man vor das Lichtloch ein Papier, ſo daſs es daſſelbe unmittelbar berührt, ſo verſchwinden alle Bilder zugleich. Schiebt man aber das Papier langſam in einem gewiſſen Abſtande vom Lichtloche davor, oder bewegt das Papier an der Spiegelfläche fort vom Gegenſtande nach dem Auge zu, ſo verſchwinden zwar auch alle Bilder ſo ziemlich zugleich, indem jedes durch das ihm entſprechende Bild des Papiers verdrängt wird: doch trifft es ſich manchmahl, daſs, wenn man das Papier recht langſam bewegt, das erſte Bild, das zunächſt hinter der Spiegelfläche ſteht, bedeckt wird, ohne daſs die übrigen Bilder gänzlich verſchwänden. Es zeigt ſich von jedem derſelben ein Theil, wie ausgeſchnitten. Dieſe, dem erſten Anſcheine nach ſehr ſonderbare, Erſcheinung erkläre ich mir folgendermaſsen. Der Lichtcylinder, der durch das Loch auf den Spiegel unter einem Einfallswinkel von 77° fällt, durchſchneidet ihn in einer Ellipſe, deren Länge den Durchmeſſer des Cylinders beinahe fünfmahl übertrifft. Ueberdies wird das Licht beim Durchgange durch das Loch gebogen, ſo daſs ſich der Strahlencylinder in einen ſich erweiternden Strah-

lenkegel verwandelt, und dadurch wird die grofse Achse wenigstens bis auf das 7- oder 8fache des Durchmessers des Lichtlochs verlängert. Die Strahlen an beiden Endpunkten der Achsen fallen deshalb unter einem merkbar verschiedenen Einfallswinkel auf. Die, welche am stärksten geneigt sind, werden beim Durchgange aus Glas in Luft am leichtesten zurückgeworfen, und schon bei der zweiten Reflexion mufs dieses Einflufs haben. Das dritte Bild rührt daher hauptsächlich von den Strahlen her, die in dem Theile der Lichtellipse, welcher dem Auge zunächst liegt, auffallen; und sie treffen noch den Spiegel, nachdem die vom Auge entferntern Theile der Ellipse, welche das erste und zweite Bild erzeugten, schon bedeckt sind. Und dasselbe ist mit den übrigen Bildern der Fall.

Hieraus möchte es sich vielleicht erklären, warum die letzten Bilder sich etwas weniges ins Bläuliche ziehn, welches jedoch erst beim fünften und sechsten merklich wird. Sie werden hauptsächlich durch die Strahlen, die am Ende der Ellipse, am schiefsten, auffallen, und erst nach vielen Reflexionen bewirkt. Bei den Reflexionen an der vordern Seite des Glases gehn mehrere von den Strahlen, die leichter durchgehn und schwerer gebrochen werden, d. h. von den rothen, aus dem Glase in die Luft, und die zurückgeworfenen bleiben daher hauptsächlich aus dem leichter reflexibeln Lichte, d. h. dem bläulichen, zusammengesetzt.

Ich übergehe manche Abwechselungen in dem Phänomene, die mir aus diesen Gründen ebenfalls erklärbar scheinen, und bemerke nur noch, dass sich aus den Bildern, die ein Glasspiegel durch wiederholte Reflexionen erzeugt, die Dicke des Glases und die Regelmäfsigkeit des Spiegels beurtheilen lassen, welches bei Spiegeln zu Sextanten, bei Mikrometern u. d. oft von Wichtigkeit ist.

III.

VERSUCHE

über die Flüssigkeit des Wassers bei verschiedenen Temperaturen,

vom

Herrn Professor GERSTNER
in Prag. *)

Das Wasser ist bisher gewöhnlich für vollkommen flüssig angesehen worden; auf dieser Voraussetzung beruhen alle Sätze der Hydrostatik und Hydraulik. Wenn wir aber bedenken, dass das Wasser seinen flüssigen Zustand nur der Wärme zu verdanken hat, und dass es bei der Abnahme der Wärme zu einem festen Körper, (zu Eis,) wird: so ergiebt sich die wahrscheinliche Vermuthung von selbst, dass *die Flüssigkeit des Wassers bei verschiedenen Wärmegraden verschieden seyn könne*, und dass dieser Umstand, falls er Statt findet, auf die Bewegung des Wassers einen merklichen Einfluss haben müsse. Diese Betrachtungen bewogen mich, im Winter zu Ende des Jahrs 1796 hierüber einige Versuche anzustellen, aus welchen deutlich zu ersehen ist, dass der Widerstand beim Laufe des Wassers in Flüssen und Röh-

*) Aus den neuern Abhandlungen der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Band 3, Prag 1798. Physisch-mathem. Theil, S. 141 — 160. q.

renleitungen, den einige Schriftsteller der Rauhigkeit des Flussbettes und einer daraus entstehenden Reibung, andere der Adhäsion des Wassers an die Wände der Röhren u. s. w., beigemessen haben, gröstentheils, im eigentlichen Verstande, *der unvollkommenen Flüssigkeit des Wassers* zuzuschreiben ist.

Zuerst werde ich die gewählte *Geräthschaft* und die *Verfahrungsart*, nachher die *Versuche*, und endlich einige *Folgerungen* daraus anführen, welche der Aufmerksamkeit des Hydraulikers, des Physiologen, und überhaupt jedes Naturforschers nicht unwerth scheinen.

Die *gebrauchte Geräthschaft* war sehr einfach. Ein Gefäs von verzinntem Eisenbleche, ein Schwimmer, mit einem darauf gesteckten Maasstäbchen, einige Glasröhren, eine Wasserwage, ein Thermometer, und eine Sekundenuhr, machten den ganzen Apparat aus, wovon ich nun jeden Theil insbesondere beschreiben werde.

Das *Gefäs* war cylindrisch, $11\frac{1}{2}$ Pariser Zoll hoch und hatte, (in der Wärme meines Zimmers bei 13° Reaum. gemessen,) 4 Zoll 11 Linien im Durchmesser; seine Querschnittsfläche enthielt demnach 19 Quadratzoll. Ungeachtet dieses Gefäs durch seine ganze Höhe keinen vollkommen genauen Cylinder bildete, so war es doch zufällig so gerathen, dass, wenn sich irgendwo der Durchmesser um $\frac{1}{3}$ oder höchstens $\frac{1}{2}$ Linie gröser fand, der zugehörige Querdurchmesser in derselben Fläche

wieder um eben so viel kleiner war, so dafs ich in den Querschnittsflächen nirgends einen Unterschied finden konnte, der mehr oder weniger als $\frac{1}{4}$ Quadratzoll betragen hätte.

Dieses cylindrische Gefäfs liefs ich noch mit einem andern umgeben, welches $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und $11\frac{3}{4}$ Zoll Höhe hatte, so dafs zwischen den Wänden beider Cylinder allenthalben, wie auch unten am Boden, $\frac{3}{4}$ Zoll Zwischenraum blieb. Dieser Zwischenraum wurde, bei Versuchen mit höheren Temperaturen, mit heifsem Wasser von der verlangten Temperatur angefüllt, um dadurch für den innern Cylinder eine gleichförmigere und beständigere Erwärmung zu erhalten. Nahe am Boden des Cylinders war eine Oeffnung von $4\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser; durch diese Oeffnung ging in horizontaler Richtung eine kurze blecherne Röhre, welche an die Wände des innern und äufsern Cylinders angelöthet war. Zugleich wurde dafür gesorgt, dafs nichts von dieser Röhre über die inwendige Fläche des Gefäfses hervorstand, sondern dafs sie mit dem innern Cylinder so viel möglich eben gemacht wurde. Oben war dieses Gefäfs mit einem darauf passenden, in der Mitte erhabenen Deckel versehen, der in seiner Mitte eine 9 Linien weite Oeffnung hatte, durch welche der Maafsstab des Schwimmers ganz frei, und ohne sich an den Rand der Oeffnung anzulehnen, niederzugehen pflegte.

Der *Schwimmer* bestand aus einem hölzernen Kreuze, dessen beide Arme jeder $9\frac{1}{2}$ Linie breit,

2 Linien dick und 4 Zoll 8 Linien lang waren, und das ein rundes, etwa $1\frac{1}{2}$ Linie dickes, senkrecht darauf gesteckte Stäbchen trug, welches mit aller Sorgfalt in Zolle und Zehntelzolle eingetheilt war. Man setzte den Schwimmer sammt dem Stäbchen einige Stunden lang auf warmes Wasser, bis er sich vollkommen angetrunken hatte, und richtete dann die Abtheilungen des Maafsstäbchens so ein, dafs jeder Theilungspunkt bei der Oberfläche des Deckels genau die Höhe des Wasserstandes über der Mitte der Ausflufsöffnung anzeigte. Eben so wurde auch dieser Schwimmer vor dem Anfange eines jeden Versuchs einige Stunden lang auf Wasser gesetzt, damit er sich jedesmahl vorher vollkommen antrinken, und bei den Versuchen selbst keine Unrichtigkeiten mehr veranlassen sollte. Ueberdies wurde der Stand des Stäbchens während der Versuche noch mehrmahls geprüft, und jeder Versuch, worin sich eine Unrichtigkeit vermuthen liefs, verworfen.

Die *Glasröhren* wurden aus einem sehr grofsen Vorrathe 6 bis 7 Fufs langer Barometer-Röhren ausgewählt. Man nahm hierbei vorzüglich auf gleiches reines Glas, ohne Knöpfe, und auf einen gleichförmigen Durchmesser Rücksicht. Die ausgewählten Röhren wurden nachher noch einer sorgfältigern Prüfung unterworfen, indem man sie, so wie gewöhnlich die Thermometer-Röhren, mittelst einer hineingelassenen 4 bis 5 Zoll langen Queckfilbersäule, Zoll für Zoll prüfte. Nur diejenigen

Stücke dieſer Röhren, in welchen die Queckſilberſäule ſich nicht über $\frac{1}{80}$ ihrer Länge änderte, wurden für tauglich angenommen. Das übrige wurde beiderſeits abgebrochen, und das Ende der Röhren bis auf die erforderliche Länge abgeſchliffen. Endlich wurde die erwähnte Queckſilberſäule auf einer Probirwage genau abgewogen. Dieſes Gewicht diente, nebſt der Länge, welche die Queckſilberſäule in der Röhre einnahm, den Durchmeſſer derſelben weit genauer zu berechnen, als es durch irgend eine andere mikroſkopiſche Meſſung möglich geweſen ſeyn würde. Die hierbei nöthige eigenthümliche Schwere des Queckſilbers wurde mittelſt eines eigenen Verſuchs beſtimmt, und gleich 13,70 gefunden.

Um den Einfluſs, den die Verſchiedenheit des Durchmeſſers der Röhren auf die Bewegung des Waſſers hervorbringt, von dem Einfluſſe, den die Längen der Röhren haben, abzuſondern, lieſs ich Röhren von verſchiedenem Durchmeſſer genau einerlei Länge geben, und dann dieſe Länge, bei möglichſt ungeändertem Durchmeſſer, abändern. Die Durchmeſſer ſelbſt wurden faſt von eben der Gröſse als in den Verſuchen des Oberſt-Lieutenants du Buat genommen, damit man beide Verſuchsreihen um ſo zuverläſſiger mit einander vergleichen, daraus die Wärme, bei welcher du Buats Verſuche angeſtellt ſind, beſtimmen, und danach für den Gebrauch ſeiner empiriſchen Rechnungsformel eine beſtimmtere Richtſchnur erhalten möchte.

Das eine Ende jeder Glasröhre wurde mit einem hölzernen zapfenförmigen Anſatze bekleidet, um ſie damit ſicherer und bequemer an das cylindriſche Gefäſs anſtecken, und nach geendigtem Verſuche wieder wegnehmen zu können. Die durchbohrte Oeffnung dieſer zapfenförmigen Anſätze war genau ſo groſs, als es die Stärke jeder Glasröhre erforderte, und der äuſsere Umfang derſelben paſste genau in die S. 162 erwähnte blecherne Röhre des cylindriſchen Gefäſses. Zugleich wurde dafür geſorgt, daſs das Ende dieſer Zapfen ſammt dem Ende der durchgeſteckten Glasröhre mit der innern Fläche des Gefäſses eine vollkommene Ebene bildete. Die Nothwendigkeit dieſer Vorſicht erhellet aus den Verſuchen des Chevalier Borda, *Mém. de l'Acad. de Paris*, *An.* 1766.

Die *Waſſerwage* diente, ſowohl den Tiſch, worauf das Gefäſs ſtand, als auch die Röhren vollkommen horizontal zu ſtellen. Röhren, deren Glas ein wenig gebogen war, wurden ſo gelegt, daſs die Fläche ihrer Biegung horizontal zu liegen kam, damit nämlich die Bewegung des Waſſers durch die Röhren, ſo viel möglich, weder ſteigen noch fallen, ſondern in einer horizontalen Ebene fortgehen möchte.

Das *Thermometer* war von Hrn. Abbé Gruber mit vieler Genauigkeit verfertigt. Die Kugel hatte nur 3 Linien im Durchmeſſer, und der Zwiſchenraum zwiſchen dem Gefrierpunkte und Siedepunkte, der in 80 gleiche Theile getheilt war, eine Län-

ge von 11 Zollen. Man konnte daher Zehntheile eines Grades sehr leicht unterscheiden.

Die *Verfahrungsart* war nun folgende. Nachdem das Gefäfs und die angesteckte Röhre in die erforderliche horizontale Stellung gebracht, und die Ausflufsöffnung der letztern gehörig verschlossen war, wurde in das Gefäfs heifses Wasser gegossen, und der Schwimmer mit dem Maafsstabe darauf gesetzt. Man wartete nun die Zeit ab, bis durch allmählige Abkühlung die Temperatur des Wassers dem bestimmten Thermometer-Grade nahe kam. Geschah dieses, so wurde das Gefäfs mit seinem Deckel verschlossen, die Ausflufsöffnung der Röhre geöffnet, und das Auge mit dem Rande der Oeffnung des Deckels in horizontaler Lage gehalten; und in dieser Stellung wurden die Zeitsekunden bemerkt, bei welchen die Abtheilungen des Maafsstabes unter die Ebene der Oeffnung hinabsanken.

Diese Verfahrungsart gewährte den doppelten Vortheil, *erstens*, dafs man jedesmahl eine ganze Reihe Versuche, gewöhnlich von 10,7 bis 0,7 Zoll Wasserhöhe, erhielt, und *zweitens*, dafs ein Versuch den andern berichtigte, indem die Zwischenzeiten von einer Abtheilung zur andern dem Gesetze einer sich offenbarenden Reihe folgen mufsten. Denn zeigte sich z. B. die Zwischenzeit von einer Abtheilung zur nächstfolgenden um 1 oder höchstens 2 Sekunden zu klein; so mufste die zu beobachtende Zwischenzeit für die nächstvorhergehende oder nächstfolgende Abtheilung um eben so viel zu

grofs seyn. Die Bedenklichkeit, dafs die Oberfläche des Waſſers im Gefäſse eine kleine hinabſinkende Bewegung habe, und deswegen mit einem ruhigen Waſſerſtande keine vollkommene Vergleichung zulaſſe, fällt weg, wenn wir bedenken, dafs dieſe Bewegung des Waſſers im Gefäſse bei der gröſsten angeſteckten Röhre über 500-, und bei der kleinſten über 5000mahl kleiner iſt, als die Bewegung des Waſſers durch die Glasröhre. Wenn wir noch überdies bedenken, dafs bei dieſen Verſuchen ſelbſt die Geſchwindigkeit des Waſſers durch die Röhren nicht ſehr erheblich war, ſo erhellet von ſelbſt, dafs die Oberfläche des Waſſers im Gefäſse weit ruhiger ſeyn muſste, als wenn man, auf was immer für eine Art, von oben in das Gefäſs hätte Waſſer zugieſsen wollen, um dadurch eine beſtändige Waſſerhöhe zu erhalten.

Der Schwierigkeit, dem Waſſer eine beſtimmte *Wärme* zu geben, und ſie eine ſo lange Zeit hindurch, als das volle Gefäſs zu ſeiner Ausleerung, beſonders bei engen Röhren, nöthig hatte, zu erhalten, wurde dadurch abgeholfen, dafs man für jede Temperatur zwei Reihen Verſuche machte, die erſte bei einem um 1 oder 2 Grade höhern, und die zweite bei einem gleichen oder eben ſo viel niedrigern Thermometer-Grade; woraus ſich nachher die Zeit-Momente für den dazwiſchen liegenden beſtimmten Thermometer-Grad ſehr zuverläſſig berechnen lieſsen. Es verſteht ſich übrigens von ſelbſt, dafs die Verſuche für einen höhern Thermometer-

Grad in einem warmen Zimmer, und für einen niedrigern in einem eben so kalten Zimmer gemacht wurden, so dass sich die Temperatur während einer Versuchsreihe im erstern Falle nur sehr wenig, im letztern aber gar nicht änderte. Jedesmahl wurde die Wärme des Wassers mit dem Thermometer nicht nur im Gefäse, sondern auch beim Ausflusse desselben am Ende der Röhre gemessen. Der Unterschied war jedoch so geringe, dass es unnütz seyn würde, beide anzuführen; man hat in dieser Rücksicht von beiden blos das Mittel in Rechnung genommen.

Weil sich die *Bewegung des Wassers* leichter aus seiner Geschwindigkeit, nämlich aus dem Raume, den es während einer Sekunde in den Röhren zurücklegte, als aus der Zeit des Ausflusses, beurtheilen läst; so habe ich in folgenden Tabellen die *Geschwindigkeiten* angeführt, welche bei jeder Wasserstandshöhe erfolgten, und nur am Ende, noch zum Ueberflusse, die Zeiten angemerkt, in welchen das Wasser von 10,7 bis auf 5,7 und 0,7 Zolle ausgeflossen ist. Die Art, wie diese Geschwindigkeiten berechnet wurden, wird folgendes Beispiel deutlich machen. Die erste Röhre, welche 0,0674 Zoll im Durchmesser, folglich 0,00357 Quadrat-Zoll zur Oeffnung hatte, gab bei 30° Wärme folgende Beobachtungen.

Höhe des Wafferſtandes.	Zeiten des Ausfluſſes.	Unterſchiede.
10,7 Zoll	0′0″	
10,6 —	0′33″	33″
10,5 —	1′6″	33″
10,4 —	1′32½″	33½″
10,3 —	2′13″	33½″
10,2 —	2′47″	34″
10,1 —	3′21″	34″
10 —	3′55½″	34½″

Um hieraus die Geſchwindigkeit, welche dem Waſſerſtande 10,2 zugehört, zu finden, wird die Zeit für den nächſt vorhergehenden Waſſerſtand 10,3, von der Zeit für den nächſtfolgenden 10,1, d. i. 2′13″ von 3′21″ abgezogen; der Unterſchied beträgt 68 Sekunden. Daraus folgt die Geſchwindigkeit des Waſſers im Gefäſse $= \frac{0,2}{68}$ Zoll. Wird nun dieſe Geſchwindigkeit mit der Querſchnittsfläche des Waſſers im Gefäſse, (19 Quadrat-Zoll,) multiplicirt, und mit der Querſchnittsfläche der Röhre, (0,00357 Quadrat-Zoll,) dividirt; ſo erhalten wir die Geſchwindigkeit des Waſſers durch die Röhre gleich 15,6 Zollen, ſo wie ſie in der folgenden erſten Verſuchsreihe angegeben wird.

Beim Ausfluſſe des Waſſers aus der Mündung der Röhren verdient noch eine *Erſcheinung* angemerkt zu werden. Gewöhnlich bildet der mit einer groſsen Geſchwindigkeit herausflieſsende Waſſerſtrahl, wie bekannt, eine Parabel. Dieſe verwandelte ſich bei abnehmender Geſchwindigkeit in

eine gerade senkrechte Linie, welche an der Mündung mit der horizontalen Länge der Röhre einen rechten Winkel bildete. Nachher bog sich der Wasserstrahl in eine zurückgehende krumme Linie, welche ihre Convexität der Röhre zuwendete. Endlich bei noch kleinern Geschwindigkeiten flofs das Wasser horizontal unten an der Röhre zurück, und trennte sich von derselben in Tropfen, die in verschiedenen Entfernungen von der Ausflufsöffnung herabfielen. Um das letztere zu verhindern, und das nämliche Wasser zum Gebrauche für mehrere Versuche zu sammeln, wurde rückwärts, (beiläufig 1 Zoll von der Mündung,) ein Faden um die Röhre gebunden, und das Wasser an demselben gesammelt, und in das zum Auffangen bestimmte Gefäfs hinabgeleitet. Diese Veränderungen im Ausflufsstrahle werden in folgenden Versuchstabellen durch die Buchstaben *s* und *h* angezeigt: nämlich *s* bedeutet den senkrechten Fall des Wasserstrahls in einer geraden Linie, und *h* den Anfang der horizontalen zurückgehenden Bewegung derselben.

Der beträchtliche Einfluss, den die Verschiedenheit der Wärme auf die Bewegung des Wassers verursachte, hatte noch den Wunsch erregt, auch über *den Einfluss, den etwa die verschiedenen Bestandtheile des Wassers hervorbringen*, Versuche anzustellen. Zu dieser Absicht habe ich die Versuche mit den zwei längern Röhren, bei welchen nämlich dieser Einfluss sich am gröfsten hätte zeigen müssen, sowohl mit *reinem destillirten Wasser*, als auch mit *gemei-*

nem trüben Flufswaſſer wiederholt. Das letztere wurde jedoch vorher durch ein leinenes Tuch geſeihet, um dadurch die gröbern Unreinigkeiten, welche die Röhren vielleicht verſtopft, und überhaupt nur Unregelmäſsigkeiten verurſacht haben würden, davon abzuſcheiden. Dieſes filtrirte Waſſer blieb aber noch immer nur halb durchſichtig, und ſetzte nach geendigten Verſuchen, bei einer Ruhe von 14 Tagen, einen feinen Schlamm ab, wodurch es etwas heller wurde. Weil aber die angeſtellten Verſuche zeigten, daſs dieſer aufgelöſte Schlamm nur kleine Aenderungen in der Bewegung des Waſſers hervorbrachte, die mit den von der Wärme herrührenden in keinen Vergleich kommen; ſo ſchien eine weitere Analyſe des gebrauchten Fluſswaſſers zur gegenwärtigen Abſicht überflüſſig.

Verſuch I.

mit einer Röhre von 0,0674 Zoll,

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des Waſſers* bei einer Wärme			
	30°		20°	
	deſtillirt. Waſſer	trübes Fluſswaſſer	deſtillirt. Waſſer	trübes Fluſswaſſer
10,7	16,2	16,2	13,4 *h*	13,4 *h*
10,2	15,6	15,6	12,8	12,8 *h*
9,7	14,9	14,9	12,2	11,1
9,2	14,3 *s*	14,2 *s*	11,7	11,5
8,7	13,7	13,5 *h*	11,1	10,9
8,2	13,1	12,8	10,5	10,2
7,7	12,5 *h*	12,1	9,9	9,6
7,2	11,8	11,4	9,3	9
6,7	11,1	10,7	8,7	8,4
6,2	10,3	10	8	7,8
5,7	9,5	9,2	7,3	7,1
5,2	8,7	8,4	6,7	6,5
4,7	7,8	7,6	6,1	5,8
4,2	6,9	6,8	5,4	5,2
3,7	6	5,9	4,7	4,6
3,2	5,2	5,1	4	4
2,7	4,4	4,3	3,3	3,3
2,2	3,6	3,5	2,7	2,6
1,7	2,7	2,6	2	2
1,2	1,8	1,7	1,4	1,3
0,7	1	0,9	0,7	0,6
von 10,7 bis 5,7	*Zeiten des Ausfluſſes*			
0,7	35'34" 157'20"	34'40" 145'50"	44'35" 207'50"	43'36" 189'50"

und II.

($\frac{1}{7}$ Linien,) Durchmesser und 33 Zoll Länge.

durch die Röhre in pariser Zollen,

von Reaumür. Graden:

10°		4°		nach du Buats Formel berechnet
destillirt. Wasser	trübes Flusswasser	destillirt. Wasser	trübes Flusswasser	
10	10,1	7,8	7,7	8,9
9,6	9,6	7,5	7,4	8,7
9,1	9,1	7,2	7,1	8,4
8,6	8,5	6,9	6,8	8,2
8,2	8	6,5	6,4	7,9
7,7	7,5	6,2	6	7,7
7,2	7	5,8	5,6	7,4
6,8	6,6	5,5	5,3	7,2
6,4	6,1	5,1	4,9	6,9
5,9	5,6	4,7	4,5	6,6
5,4	5,1	4,3	4,1	6,3
5	4,7	4	3,7	6
4,5	4,2	3,6	3,4	5,6
4	3,7	3,2	3	5,2
3,5	3,2	2,8	2,6	4,8
3	2,8	2,4	2,2	4,4
2,5	2,3	2	1,8	4
2	1,8	1,6	1,4	3,6
1,5	1,3	1,2	1	3,1
1	0,9	0,8	0,6	2,5
0,5	0,4	0,4	0,3	1,8

in Minuten und Sekunden.

60'58"	59'25"	76'19"	74'16"
291'40"	261'20"	381'	327'

Verſuch. II

mit einer Röhre von 0,1533 Zo

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des Waſſ* bei einer Wär					
	40° C.		30°		20°	
	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer
10,7	26,6	25,5 *	26,1	26,6	26,6	27,7
10,2	26,1	26	25,6	26,2	26,1	27,6
9,7	25,6	25,5	25,1	25,8	25,6	27,1
9,2	25	24,9	24,6	25,3	25,1	26,7
8,7	24,4	24,3	24	24,7	24,6	26,2
8,2	23,7	23,6	23,3	24,1	24,1	25,7
7,7	22,9	23	22,5	23,4	23,6	25,1
7,2	22,1	22,3	21,8	22,7	23,1	24,5
6,7	21,2	21,5	21,2	22	22,6	23,8
6,2	20,3	20,7	20,8	21,3	22	22,9
5,7	19,4	19,8	20,3	20,6	21,3	21,9
5,2	18,5	19	19,7	19,9	20,3	20,7
4,7	17,6	18,1	19	19,1	19,1	19,4
4,2	16,7	17,3	18,2	18,2	17,7	17,8
3,7	15,8	16,5	17,2	17	16,1	16
3,2	14,9	15,7	15,9	15,4	14,4	14
2,7	14	14,8	14,3	13,7	12,5	12
2,2	13	13,8	12,3	12	10,5	10
1,7	11,6	12,6	9,9	10,3	8,4 s	8,1
1,2	9,3 s	10,6 s	7,4 s	8,5 s	6,3 h	6 h
0,7	5,2	7	4,6 h	5,2	4	3,2
von 10'7	*Zeiten des Ausfluſſ*					
bis						
5,7	4'51"	4'51"	4'54"	4'46"	4'49"	4'29"
0,7	13'26"	12'40"	13'50"	13'20"	14'42"	15'

nd IV.

1½ Linien,). Durchmeſſer und 33 Zoll Länge.

urch die Röhre in pariſer Zollen,

on Reaumür. Graden:

15°		10°		4°		1°	nach du Buats Formel.
deſtill. Waſſer	trübes Fluſs-waſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſs-waſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſs-waſſer	deſtill. Waſſer	
28,3	29,5	27,1	28,3	25,1	24,7	22,6	23,4
28,1	28	26,8	27,6	24,3	24,1	22,1	22,8
27,7	28,3	26,4	26,8	23,4	23,4	21,5	22,1
27,2	27,7	25,8	26	22,5	22,6	20,8	21,5
26,6	27,1	25,1	25,1	21,5	21,8	20	20,8
25,9	26,4	24,2	24,1	20,5	20,8	19	20,1
25,1	25,4	23,2	23,1	19,5	19,7	18	19,4
24,1	24,6	22,1	22	18,4	18,5	16,9	18,7
23	23,4	20,9	20,9	17,3	17,2	15,8	17,9
21,8	22	19,6	19,7	16,1	16	14,7	17,1
20,4	20,4	18,3	18,5	14,9	14,8	13,6	16,3
18,9	18	16,9	17,1	13,7	13,6	12,5	15,5
17,4	17	15,4	15,7	12,5	12,4	11,3	14,6
15,8	15,4	13,9	14,2	11,3	11,2	10,2	13,7
14,2	13,8	12,3	12,7	10	10	9,1 s	12,8
12,5	22,2	10,7	11,1	8,8 s	8,8 s	8	11,8
10,8	10,6	9	9,5 s	7,5	7,5	6,9	10,7
9 s	8,9 s	7,3 s	7,8	6,1	6,1	5,7	9,5
7,1	7,1 s	5,6	6,1	4,7 h	4,7 h	4,4	8,1
5 h	5,0 h	4	4,2 h	3,2	3,2	3 h	6,5
3	2,7	2,3	2,3	1,8	1,7	1,6	4,6

n Minuten und Sekunden.

4'40''	4'28''	4'50''	4'46''	5'39''	5'41''	6' 9''
16'50''	16'30''	19'17''	18'44''	23'37''	23'20''	25'20''

Verſuch V.

mit einer Röhre von 0,07 Zoll, ($\frac{5}{8}$ Linien,) Durchmeſſer und 9,7 Zoll Länge.

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des reinen deſtillirt. Waſſers durch die Röhre in pariſ. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden: 30°	20°	10°	4°	nach du Buats Formel.
10,7	38,4	36	31	28,4	21
10,2	37,8	35,5	30,4	27,8	20,4
9,7	37,2	34,8	29,7	27,1	19,8
9,2	36,5	34	28,8	26,2	19,2
8,7	35,6	33	27,8	25	18,5
8,2	34,5	31,8	26,5	23,7	17,9
7,7	33,2	30,4	25,1	22,3	17,2
7,2	31,8	28,9	23,7	20,9	16,6
6,7	30,4	27,4	22,2	19,5	15,9
6,2	29	25,9	20,7	18,2	15,2
5,7	27,5	24,4	19,2	16,9	14,5
5,2	25,8	22,8	17,8	15,7	13,8
4,7	24	21,2	16,4	14,5 *g*	13,1
4,2	22,1	19,5	15 *s*	13,2	12,3
3,7	20,2	17,7	13,5	11,8 *h*	11,5
3,2	18,2	15,8	12 *h*	10,4	10,6
2,7	16,1	13,8 *s*	10,4	8,9	9,6
2,2	14 *s*	11,6 *h*	8,7	7,4	8,5
1,7	11,7	9,2	6,8	5,8	7,3
1,2	9	6,6	4,8	4,1	5
0,7	5,4	3,7	2,8	2,4	4,4
0,5	3,5	2,9	2	1,8	3,6
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes.*				
5,7	12′12″	13′16″	15′51″	18′3″	
0,7	39′	47′39″	60′31″	70′38″	

Verſuch VI.

mit einer Röhre von 0,119 Zoll, ($1\frac{3}{4}$ Linien,) Durchmeſſer und 9,7 Zoll Länge.

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des reinen deſtillirt. Waſſers durch die Röhre in pariſ. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden: 40°	30°	20°	10°	4°	nach du Buats Formel.
10,7	48,7	47,3	46,3	45,4	44	36,5
10,2	47,5	46,2	45,2	44,5	43,4	35,5
9,7	46,3	45	44,1	43,6	42,6	34,5
9,2	45	43,8	42,9	42,5	41,7	33,5
8,7	43,5	42,5	41,7	41,3	40,6	32,5
8,2	42	41,1	40,4	40	39,4	31,5
7,7	40,3	39,6	39	38,5	38	30,4
7,2	38,6	38,1	37,5	37	36,5	29,4
6,7	36,8	36,5	36	35,4	34,9	28,3
6,2	35,1	35	34,4	33,7	33,1	27,2
5,7	33,5	33,4	32,8	32	31,2	26,1
5,2	32	31,8	31,2	30,2	29,2	24,9
4,7	30,5	30,2	29,5	28,4	27,1	23,6
4,2	28,9	28,5	27,8	26,5	24,9	22,2
3,7	27,2	26,8	26	24,5	22,7 s	20,7
3,2	25,3	24,9	24,1	22,5 s	20,4	19,1
2,7	23,2 s	22,8 s	22 s	20,4	18,1	17,3
2,2	20,9 s	20,4	19,7 s	18	15,7	15,3
1,7	18,4	17,5	16,8	15,1	13,2 h	13,2
1,2	14,4 h	13,8 h	13,2 h	11,8 h	10,4 h	10,8
0,7	9,4	8,9	8,5	8,1	7	8,1
0,5	7,2	7	6,7	6,1	5,4	7,3
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes.*					
5,7	3′28″	3′31″	3′34″	3′37″	3′42″	
0,7	9′51″	10′12″	10′31″	11′	11′57″	

Verſuch VII.

mit einer Röhre von 0,136 Zoll, ($1\frac{2}{3}$ Linien,) Durchmeſſer und 7,9 Zoll Länge.

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des reinen deſtillirt. Waſſers durch die Röhre in pariſ. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden: 40°	30°	20°	10°	4°	nach du Buats Formel.
10,7	54	51,4	49,4	47,6	46	43,5
10,2	52,8	49,9	47,5	45,9	44,8	42,4
9,7	51,3	48,2	45,8	44,4	43,7	41,3
9,2	49,4	46,4	44,3	43,1	42,7	40,2
8,7	47	44,5	42,8	41,9	41,7	39
8,2	44,5	42,7	41,4	40,8	40,6	37,8
7,7	42	40,9	40,1	39,6	39,4	36,6
7,2	39,6	39,1	38,7	38,3	38,1	35,3
6,7	37,5	37,4	37,2	37	36,6	34
6,2	35,7	35,7	35,7	35,6	35,1	32,6
5,7	34,2	34,2	34,1	34	33,5	31,2
5,2	33,1	32,9	32,6	32,3	31,8	29,7
4,7	31,7	31,4	31	30,5	30	28,2
4,2	30,1	29,7	29,2	28,6	28	26,6
3,7	28,2	27,8	27,3	26,7	25,7	24,8
3,2	26	25,8	25,3	24,6	23,2	22,9
2,7	23,7	23,5	23	22,2	20,5	20,8
2,2	21,2	20,9	20,5	19,5	17,6	18,5
1,7	18,5	18	17,6	16,4	14,5	16
1,2	15,6	14,6,5	14,1,5	12,9,5	11,1,5	13,2
0,7	11	10,4,5	10	8,8	7,2,5	9,8
0,5	7,8	7,4	7	6,4	5,6	8,4
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes.*					
5,7	2'31"	2'36"	2'39"	2'42"	2'44"	
0,7	7'16"	7'26"	7'35"	7'55"	8'22"	

Ver-

Verſuch VIII.

mit einer Röhre von 0,2 Zoll, ($2\frac{2}{5}$ Linien,) Durchmeſſer und 63 Zoll Länge.

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des reinen deſtillirt. Waſſers durch die Röhre in pariſ. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden: 40°	30°	20°	10°	2°,5	nach du Buats Formel.
10,7	25,7	25,2	24,7	24,2	23,7	23,9
10,2	25,2	24,7	24,2	23,8	23,4	23,3
9,7	24,7	24,2	23,7	23,3	23	22,7
9,2	24,2	23,7	23,2	22,8	22,5	22,1
8,7	23,7	23,1	22,6	22,3	22	21,4
8,2	23,1	22,4	22	21,7	21,4	20,7
7,7	22,4	21,7	21,3	21	20,7	19,9
7,2	21,7	21	20,6	20,3	20	19,1
6,7	20,9	20,2	19,8	19,5	19,2	18,3
6,2	20	19,4	19	18,7	18,4	17,5
5,7	19	18,5	18,2	17,8	17,4	16,7
5,2	17,9	17,6	17,3	16,8	16,4	15,8
4,7	16,8	16,6	16,3	15,8	15,2	14,9
4,2	15,8	15,5	15,3	14,8	13,8	13,9
3,7	14,7	14,4	14,3	13,7	12,2	12,9
3,2	13,6	13,2	13,1	12,6	10,6	11,8
2,7	12,4	12	12	11,4	8,9	10,7
2,2	11	10,7	10,6	9,6	7,2 s	9,5
1,7	9,5	9,4 s	8,7 s	7,5 s	5,5	8,2
1,2	7,9 s	7	6,1 s	5 h	3,8 h	6,7
0,7	5,5	4,3 h	3,3 h	2,5	2,1	5
0,5	3,8	2,8	2	1,6	1,4	4,2
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes.*					
5,7	2'14"	2'17"	2'20"	2'22"	2'24"	
0,7	6'23"	6'37"	6'58"	7'39"	8'41"	

Folgerungen.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen: 1. dass die Wärme, nicht etwa unbedeutende, sondern *sehr beträchtliche Aenderungen* in der Bewegung des Wassers verursacht. Die unten beigesetzten Zeiten des Ausflusses beweisen dieses auf eine vorzügliche Art. — Da in jeder dieser 8 Versuchsreihen Röhre, Gefäss, Wasser und Höhen des Wasserstandes, folglich alle äussere Ursachen, die auf die Bewegung des Wassers einen Einfluss haben, die nämlichen sind; so folgt offenbar, dass der Widerstand, welchen das fliessende Wasser bildet, nicht allein in äussern Ursachen, sondern auch *in der Flüssigkeit des Wassers selbst* zu suchen sey.

2. Dass die Aenderungen, welche die Wärme in den Geschwindigkeiten des Wassers hervorbringt, beträchtlicher bei Röhren von einem *kleinern*, als bei Röhren von einem grösern *Durchmesser* sind, und dass sie bei *kleinern Geschwindigkeiten* ansehnlicher als bei grösern werden. Das erste ergiebt sich aus der Vergleichung der verschiedenen Versuchsreihen unter einander; das zweite sehen wir in jeder Tabelle in den untersten Versuchen bei kleinen Wasserstandshöhen, wo die Verhältnisse der Geschwindigkeiten von einem Wärmegrade zum andern gewöhnlich grösser sind, als bei grösern Wasserstandshöhen.

3. Der Einfluss der Wärme ist *am grössten in der Nähe des Gefrierpunkts*. Dies sehen wir vorzüglich

aus Verſuch 3, wo die Abnahme der Geſchwindigkeit des Waſſers während einer Abkühlung von 4° bis 1°, alſo durch 3° des Réaum. Thermometers, weit gröſser iſt, als durch 5° und 10° bei höhern Temperaturen. Auch iſt ſehr ſichtbar, *daſs dieſer Einfluſs überhaupt nicht in Verhältniſs der Wärme zu- und abnehme*, ſondern ſein Maximum habe, welches ſowohl von der Geſchwindigkeit des Waſſers, als auch von der Gröſse des Durchmeſſers der Röhre abhängt. *)

4. Die bekannte Formel des Chevalier du Buat, (*Principes d' Hydraulique vérifiés par un grand nombre d' Experiences faites par ordre du Gouvernement*, à Paris 1786, Chap. VII, oder Langsdorf's *Lehrbuch der Hydraulik*, §. 71 bis 79.) gilt, wenigſtens bei dieſen Röhren, für keinen beſtimmten Wärmegrad. Gewöhnlich giebt ſie die gröſsern Geſchwindigkeiten zu klein, und die kleinen zu groſs. —

*) Sollte vielleicht das mindere ſpecifiſche Gewicht des wärmern Waſſers, und die Ungleichheit in der Ausdehnung des Waſſers durch Wärme auf die beobachteten Anomalien Einfluſs haben, (z. B. in Verſuch 3 und 4, wo die Geſchwindigkeiten bei 15° Wärme am gröſsten, und viel beträchtlicher als bei 40° waren;) oder ſollten dieſe Anomalien ein Zeichen ſeyn, daſs der Verſchiedenheit in der Flüſſigkeit des Waſſers hier zu viel zugeſchrieben wird, und daſs noch andere Urſachen hierbei mit im Spiele ſind? d. H.

Diejenigen Verſuche des Herrn Couplet, welche du Buat mit ſeiner empiriſchen Formel nicht übereinſtimmend, und deswegen verdächtig gefunden hat, dürften demnach doch ihre Richtigkeit und den Grund ihrer Anomalien nicht ſo ſehr in fremden Urſachen, als in der Temperatur des Waſſers haben.

5. Die Wärme allein iſt aus dem Grunde, weil ſie die Flüſſigkeit vermehrt, ſchon hinreichend, den *Kreislauf des Bluts und der Säfte* zu beſchleunigen. Der Puls ſchlägt geſchwinder unter den heiſsen Himmelsſtrichen, als unter den kalten. Bei Röhren von ſehr geringem Durchmeſſer, als z. B. diejenigen ſind, wodurch die Arterien mit den Venen communiciren, macht die Wärme noch weit gröſsere Aenderungen, als in unſern Verſuchen vorkommen.

6. Eben ſo ſehen wir, warum die *Vegetation* in warmen Sommertagen beſſer von ſtatten geht, als im Herbſte und Winter. Der zweite Theil der Folgerung 3 zeigt uns zugleich die Urſache, warum für gewiſſe Pflanzen nur ein beſtimmter Wärmegrad am zuträglichſten iſt, und warum ſie ſich nicht nur bei abnehmender, ſondern auch bei zunehmender Wärme ſchlechter befinden.

7. Endlich erklären ſich hieraus viele Erſcheinungen, die bei dem *Laufe des Waſſers in Röhren, Kanälen und Flüſſen* beobachtet werden. In unbedeckten Gerinnen bleibt das Waſſer ſehr auffal-

lend zurück, wenn Schnee hineinfällt. Ungeachtet das Waſſer noch nicht gefriert, ſo bildet ſich hierbei ein Grundeis, welches dem Waſſer mehr Conſiſtenz giebt, und auf eine in die Augen fallende mechaniſche Art die Verzögerung des Waſſers ſichtbar macht, die wir durch die angeführten Verſuche bei höheren Temperaturen gefunden haben.

IV.

BESCHREIBUNG

eines vom Herrn Mechanicus KLINGERT *in Breslau angegebenen und verfertigten Eudiometers.*

Von

J. K. P. GRIMM

Professor in Breslau.

Da man von der Wichtigkeit und dem Nutzen richtiger eudiometrischer Versuche nunmehr überzeugt ist, so muss auch dem Physiker eine jede am Eudiometer vorgenommene Veränderung, besonders wenn hierdurch der Gebrauch dieses Instruments erleichtert wird, willkommen seyn. In dieser Ueberzeugung will ich hier das Eudiometer beschreiben, dessen ich mich bereits schon seit drei Monaten bediene.

Fig. 4, Taf. IV, stellt das Eudiometer nebst dem Wasserbehälter *a* vor, der aus Blech verfertigt, und an dessen obern Theil ein Glas *b* angekittet ist. Das eigentliche Eudiometer besteht aus der Glasröhre *c*, welche genau calibrirt und in 100 gleiche Theile eingetheilt ist. Sie endigt sich oben in eine Kugel, welche gerade so viel Luft als die Röhre aufnehmen kann, so dass der körperliche Inhalt dieser Kugel 100 solcher Theile beträgt, in welche die Röhre eingetheilt ist. Ein gläsernes Gefäss *n*, welches bei den Versuchen mit

Waſſer angefüllt, und mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen wird, umgiebt die Eudiometer-Kugel. An den untern Theil der Eudiometer-Röhre iſt eine kleine gläſerne Glocke *d* angekittet, unter der ſich ein Luft-Thermometer *e* befindet, welches ſowohl die Temperatur des Waſſers, mit welchem man das Gefäſs anfüllt, als auch die Zunahme der Temperatur bei der Zerſetzung des Salpetergas und der atmoſphäriſchen Luft anzeigt: denn in der ſenkrecht ſtehenden Röhre des Thermometers befindet ſich eine Queckſilberſäule, deren Steigen und Fallen an der Skale daſelbſt bemerkbar wird. Auſserdem dient noch das Thermometer zur Verſchlieſsung der Eudiometer-Röhre *c*. Die Thermometer-Röhre iſt nämlich mit ihrem obern Theile in eine blecherne Röhre eingekittet, über der eine gewundene Feder *i* angebracht iſt, welche die Thermometer-Kugel an die Oeffnung der Röhre *c* andrückt. Soll die Eudiometer-Röhre geöffnet werden, ſo drückt man mit dem Finger auf das Metallblättchen *k*. Der Halter des Thermometers *f* iſt an die Faſſung *g* angelöthet, und die Faſſung an die Eudiometer-Röhre *c* angekittet, und mit einer Hülſe *h* verſehen, welche an den Träger des Eudiometers geſteckt, und mittelſt einer meſſingenen Schraube *o* daran befeſtigt wird. Dieſer Träger *l* iſt in die Hülſe *m* befeſtigt, welche an das blecherne Gefäſs *a* angelöthet iſt. — Vom Luftmaaſse *p* weitläufiger bei der Beſchreibung des Gebrauchs dieſes Eudiometers.

Fig. 5 ſtellt eine Flaſche vor, in welcher das Salpetergas aufbewahrt wird, nebſt der ganzen Vorrichtung. *a* iſt die Flaſche ſelbſt; *b* ein an den Hals der Flaſche angekütteter Waſſerbehälter von Blech; *c* eine Glasröhre, durch welche das Waſſer aus dem blechernen Gefäſse in die Flaſche laufen kann; *d* ein gläſerner Hahn, welcher genau in die Glasröhre eingerieben ſeyn; und *e* eine gebogene gläſerne Röhre, die in die innere Oeffnung des über den Hahn hervorragenden Glaſes hineinpaſſen muſs.

Fig. 6 iſt die Abbildung einer gebogenen Glasröhre, mittelſt deren man die Luft, welche ſich unter der Glocke des Eudiometers befindet, bei jedem Verſuche ausſaugt.

Fig. 7 ſtellt endlich die Vorrichtung vor, mit deren Hülfe man die zu unterſuchende Luft in das Maafs *p* Fig. 4 bringt. Das Glas *a* hat oben und unten eine Oeffnung *b*, *c*, und iſt mit einer Vorrichtung *d* verſehn, um das Glas bei *c* zu öffnen und zu verſchlieſsen.

Folgendermaſsen wird dieſes Eudiometer behandelt.

Nachdem man das Gefäſs *a*, *b* bis zur Hälfte der kleinen gläſernen Glocke *d* mit Waſſer angefüllt hat, wird das Eudiometer von dem Träger abgenommen, das Thermometer aber herunter gedrückt und auf die Seite geſchoben, damit das Waſſer, welches man in die Campane gieſst, in die Eudiometer-Röhre laufen kann. Mit demſelben Waſſer füllt man auch den um die Eudiometer-Ku-

gel befindlichen Behälter *n* an, um die Ausdehnung der Luft, welche nachher hineinſteigt, zu verhüten, welches erfolgen müſste, ſobald die Temperatur der Zimmerluft oder der atmoſphäriſchen Luft gröſser iſt als die des im blechernen Gefäſse befindlichen Waſſers. Hat man darauf das Eudiometer an ſeinen Träger wieder feſt angeſchraubt; ſo wird vermittelſt der Glasröhre Fig. 6 die unter der Campane *d* befindliche Luft ausgeſogen, da dann das ganze Eudiometer mit Waſſer gefüllt und folglich zur Unterſuchung einer Luftart vorbereitet iſt.

Um nun eine Luft, z. B. die atmoſphäriſche, zu unterſuchen, verfährt man auf folgende Art. Die mit Salpetergas angefüllte Flaſche wird neben das Eudiometer ſo hingeſtellt, daſs die gebogene Glasröhre *e*, Fig. 5, mit ihrem ſpitzen Ende genau unter die feine Oeffnung des Luftmaaſses *p* paſst. Nachdem man den Hahn *d* umgedrehet, das blecherne Gefäſs *b* mit Waſſer angefüllt, und den metallenen Draht *f*, welcher an ſeinem untern Theile mit feinem Zwirne umwunden iſt, aus der runden Oeffnung *g* gezogen hat; ſo flieſst das Waſſer aus *b* durch die gläſerne Röhre *c* in die Flaſche *a*, und nöthigt folglich das Salpetergas, durch die Glasröhre *e* zu entweichen. Auf ſolche Art ſammelt ſich die entweichende Luft im Luftmaaſse *p*. Das zuerſt ſich anſammelnde Gas muſs man aus dem Maaſse wieder herausgehen laſſen, weil es gröſstentheils aus derjenigen Luft beſteht, welche bei dem vorhergehenden Verſuche in der Röhre *e* zurückge-

blieben war. Das *Luftmaafs p*, Fig. 4, ist an das Metallstäbchen *q* befestigt, welches in der Mitte eine horizontale Hülse hat, die auf einen ans Glas angekütteten Stift gesteckt und mittelst der Schraube *r* festgeschraubt wird. An dem obern Theile dieses Stäbchens befindet sich die Platte *f*, wo man anfafst, wenn man das Luftmaafs nebst seiner ganzen Vorrichtung auf eine andere Stelle schieben will. Das Luftmaafs *p* selbst hat nicht nur an dem untern, sondern auch an dem obern Theile eine Oeffnung, welche letztere sich genau durch das Glaskegelchen *v* verschliefsen läfst. Dieses ist mit dem Stäbchen *t* verbunden, und kann, mittelst desselben, in die Höhe und auf die Seite geschoben werden.

Ist das Luftmaafs *p*, auf die beschriebene Art, mit Salpetergas gefüllt, so schiebt man es unter die Glocke *d*, und hebt den kleinen gläsernen Conus *v* in die Höhe, worauf das Gas aus dem Maafse in die Glocke übergeht. Nachher füllt man das Luftmaafs mit der zu untersuchenden Luft an, welches durch das Instrument Fig. 7 auf folgende Art bewirkt wird. Man drückt auf das Metallplättchen *e*, indem man die untere Oeffnung *c* des Glases, welche dadurch geöffnet wird, unter Wasser hält, und saugt durch die feine Oeffnung bei *b* die Luft aus, da dann das gläserne Gefäfs *a* sich mit Wasser füllt. Ist dieses geschehen, so verschliefst man die Oeffnung bei *c*, und öffnet sie nicht eher, als bis man das Instrument in diejenige Luft gebracht hat, welche untersucht werden soll. Nach

geſchehener Oeffnung flieſst das Waſſer heraus und Luft geht hinein. Hierauf bringt man dieſe Vorrichtung in das mit Waſſer gefüllte blecherne Gefäſs *a*, Fig. 4, ſo, daſs die feine Oeffnung bei *b* ſich unter der untern Oeffnung des Luftmaaſses *p* befindet. Letzteres wird mit dieſer Luft angefüllt, ſobald man auf das Metallplättchen *e*, Fig. 7, drückt. Sollte bei dem Füllen des Luftmaaſses ſich an die untere Oeffnung deſſelben eine Luftblaſe angeſetzt haben, ſo muſs dieſe mittelſt der Spitze der Glasröhre *e*, Fig. 5, abgeſtoſsen werden.

Sobald die zu unterſuchende Luft unter die Glocke kömmt, erfolgt eine Zerſetzung, welches man aus der röthlichen Farbe ſchlieſsen kann. Nachdem die weiſse Farbe ſich wieder hergeſtellt hat; wird das Thermometer, welches bisher die Eudiometer-Röhre *c* verſchloſs, weggehoben. Die Luft, als leichterer Körper, ſteigt in die Höhe, und das Waſſer flieſst herab. Da nun die Eudiometer-Röhre *c* in 100 gleiche Theile eingetheilt iſt; ſo kann man mit Beſtimmtheit behaupten, daſs ſo viele Theile Luft ſind zerſetzt worden, als Theile von der Eudiometer-Röhre mit Waſſer angefüllt ſind. Um aber einen jeden eudiometriſchen Verſuch, ſo viel als möglich, fehlerfrei anzuſtellen, muſs man jedesmahl das Eudiometer abſchrauben und in das mit Waſſer angefüllte blecherne Gefäſs verſenken. Alsdann befindet ſich die Röhre in derſelben Temperatur, als die obere Kugel. Da man nun mit leichter Mühe für eine gleiche Temperatur des Waſ-

fers sorgen kann, so wird hierdurch das Unrichtige der eudiometrischen Versuche vermieden, welches, wie Herr von Arnim *) mit Recht behauptet, durch eine gröfsere oder geringere Menge des freien Wärmestoffs entstehen mufs.

Zwar wird bei diesem Eudiometer die mit den beiden Luftarten angefüllte Glasröhre *c* nicht geschüttelt; dieses ist aber nicht nothwendig, da die Zersetzung schon in der gläsernen Glocke *d* vor sich geht, wo das Salpetergas und die zu untersuchende Luft sich in mehrern Punkten berühren. Doch kann man auch mittelst einer gebogenen Glasröhre eine Bewegung in dieser Luft hervorbringen, wodurch dasselbe bewirkt wird, was sonst durch das Schütteln geschieht.

*) *Annalen der Physik*, B. III, St. I, S. 91. *Gr.* — Bei dieser Stelle der Annalen, welche die Zuverlässigkeit der eudiometrischen Beobachtungen des Hrn. von Humboldt's in Anspruch zu nehmen schien, darf ich nicht unbemerkt lassen, dafs, nach der Versicherung, welche ich von seinem Mitbeobachter im Salzburgischen, Hrn. Leopold von Buch, erhalte, Herr von Humboldt allerdings an die verschiedene Ausdehnbarkeit der Gasarten durch Wärme gedacht, die deshalb nöthige Correction aber zu unbedeutend gefunden hat, als dafs es die Mühe lohne, die eudiometrischen Beobachtungen ihrethalben zu erschweren. *d. H.*

V.

GEDANKEN

über die Vulkane, nach Gründen der pneumatiſchen Chemie,

von

dem Bürger PATRIN.

(Ein Auszug aus einer Vorleſung im National-Inſtitute, 1ſten Ventoſe, Jahr 8.) *)

Der Verfaſſer bedauert, daſs nicht ſchon Spallanzani und Sénébier, welche der Zerſetzung des Waſſers in den Erſcheinungen der Vulkane eine groſse Rolle beilegen, nach gleich lichtvollen Anſichten eine vollkommene Theorie der Vulkane begründet haben. Er verſuchte es daher ſelbſt, die neueſten Endeckungen in der Chemie auf dieſe groſsen Phänomene anzuwenden.

Bei der ungeheuern Quantität der vulkaniſchen Auswürfe, glaubt der Bürger Patrin, könne man unmöglich annehmen, daſs ſie ſchon zuvor als feſte

*) Aus der *Decade philoſoph.*, An. 8, No. 17; ein Aufſatz voller Phantaſie, der, wenn er gleich der neuern pneumatiſchen Chemie gewaltig vorſpringt, und in ſo fern hyperchemiſch wird, doch nicht ohne alles Verdienſt iſt, ſollte er auch nur als Warnung dienen, das von Patrin gewählte Motto aus einem Aufſatze Alex. von Humboldt's: *Il eſt tems de rapprocher la Géologie de la Phyſique et de la Chimie*, nicht miſszuverſtehn. d. H.

Masse in dem Schoosse der Erde vorhanden waren. Die einzigen Vulkane im Mittelpunkte *Frankreichs* haben, nach den Berechnungen Fauja's, 72 Billionen Kubik-Mètres Lava ausgeworfen; und wenn man hierzu noch die brennbaren Materien, Schwefel, Erdpech u. s. w., rechnet, die, nach den alten Theorien, jene zum Schmelzen gebracht haben, so würde diese Masse noch zum Doppelten anwachsen, und die dortigen unterirdischen Höhlungen müssten das gröste Schrecken erregen.

Italien ist von einem Ende bis zum andern mit Vulkanen übersäet; es ist mit Lava und Tuff, an verschiedenen Orten bis auf mehrere hundert Mètres, tief bedeckt. Wenn nun unterirdische Höhlungen existirten, die diesen ausgeworfenen Massen entsprächen, so müsste ganz Italien über Abgründen schweben und alle Augenblicke dem Versinken nahe seyn.

Wie lässt sich ferner mit diesen vorgegebenen Höhlungen das Daseyn der *Seen in alten Kratern* vereinigen? Patrin hat dergleichen im nördlichen *Asien* auf konischen Bergen gefunden, die wohl tausend Mètres hoch seyn konnten. Wenn sich nun unter der Basis dieser Berge Schlünde befänden, so würde der unzuberechnende Druck der Wassersäule, die darüber lastete, gewiss schon einen Weg zu denselben sich eröffnet haben.

Das *intermittirende Auswerfen der Vulkane* ist noch ein Umstand mehr, der sich nach den alten Theorien gar nicht erklären lässt.

Da überdies der Verfaſſer bemerkte, daſs überall, wo ſich Vulkane befinden, der Boden, weit entfernt ſich zu ſenken, wie das täglich an den Orten der Fall iſt, wo Steinkohlen oder Torflager brennen, im Gegentheile ſich beſtändig mehr *erhöhe*; ſo ſchloſs er, daſs dieſe unerſchöpflichen Subſtanzen eben ſo das *Produkt einer Circulation verſchiedener Flüſſigkeiten*, wie die Flüſſe ein Produkt des Umlaufs des Waſſers ſind.

Er iſt, wie er ſagt, in dieſer Meinung durch die ſchöne Theorie des B. Laplace beſtätigt worden, nach der die Erde und die andern planetariſchen Körper durch die Concretion eines luftförmigen, von der Sonne ausgeſtrömten Fluidi entſtanden ſind: eine Theorie, die eben ſo vollkommen mit den geologiſchen Thatſachen, als mit den Geſetzen der Aſtronomie übereinſtimme.

„Die Laven gleichen oft ſo vollkommen den Urgebirgsarten, daſs ſie die Augen der erfahrenſten Kenner täuſchen; und dieſe Identität der Zuſammenſetzung weiſt auch auf eine Identität der Entſtehungsart hin. Sind nun, nach jener Theorie, ſelbſt die Urgebirge durch ein luftförmiges Fluidum gebildet worden, ſo kann man glauben, daſs die Laven einen gleichen Urſprung haben, und man kann daſſelbe von den Laven ſagen, was Lavoiſier und Humboldt von den Erden im Allgemeinen muthmaſsen, daſs ſie nämlich Oxyde ſind, deren Baſis noch unbekannt iſt.“

Der B. Patrin sieht die Lager der uranfänglichen Schiefergebirge, (*les couches schisteuses primitives*,) als die *chemische Werkstatt* an, wo die Nahrung der Vulkane zubereitet wird. Die Lager selbst geben nichts von ihrer eignen Substanz dazu hin. Sie sind das den Vulkanen, was die Gebirge den Flüssen sind: die einen, wie die andern, ziehen die Flüssigkeiten an und verdichten sie, nur dass diese Flüssigkeiten in diesen zu Wasserströmen, in jenen zu Strömen von Feuer und zu festen Körpern werden.

Die uranfänglichen Schieferlager verbreiten sich von den Bergen des festen Landes bis unter den Grund der Meere, wo sie ähnliche Gebirge bilden. Diese Lager, die aus Blättern, (*feuillets*,) zusammengesetzt sind, welche uranfänglich mit der Oberfläche der Erde parallel liefen, sind durch eine allgemeine Ursache zerborsten; und in den dadurch entstandenen Ritzen und Klüften, welche die Schieferblätter durchschneiden, oder da, wo diese Blätter mit ihren Kanten in die Höhe stehen, ist der Ort, wo sie die Flüssigkeiten absorbiren, welche die vulkanischen Materien bilden.

Alle Vulkane, oder beinahe alle, haben unter dem Meerwasser gestanden, wie dies auch de Lüc sehr richtig bemerkt. Alle, die noch in Thätigkeit sind, haben ihren Fuss im Meere, und man findet sie nur in den Seestrichen, wo das Meer am stärksten mit Salz gesättigt ist. Die ganze heisse Zone, wo das Wasser des Meeres 5- bis 6mahl mehr

Salz,

Salz, als in den nordiſchen Meeren enthält, iſt mit einer erſtaunlichen Menge Vulkane überſäet. Die, welche ſich in den hohen Breiten befinden, liegen wenigſtens auf dem Wege der Hauptſtröme des Oceans, die das Waſſer von den Wendekreiſen nach den Polen führen.

Der B. Patrin ſieht die Salzſäure als ein Haupt-Nahrungsmittel der Vulkane an, und bei dieſer Gelegenheit macht er folgende Bemerkung über die Vulkane der *beiden Sicilien*. Das mittelländiſche Meer, ſagt er, hat eine ſiebenmal gröſsere Oberfläche als Frankreich, und es verliert daher durch die Verdünſtung unvergleichbar mehr Waſſer, als es durch die in daſſelbe ſich ergieſsenden Flüſſe erhält; weshalb, nach Büffon, auch beſtändig das Waſſer des Oceans durch die Meerenge bei Gibraltar mit einer groſsen Heftigkeit in das mittelländiſche Meer einſtrömt. Dieſes Waſſer führt aber eine ſo ungeheure Menge Meerſalz mit ſich, daſs ſchon längſt das Baſſin des mittelländiſchen Meeres mit Salz vollgefüllt ſeyn müſste, wenn nicht die Vulkane der beiden Sicilien dazu da wären, um die Zerſetzung deſſelben zu bewirken.

Patrin erklärt ſich dieſe *Zerſetzung* und das Geſchäft der Salzſäure hierbei, auf folgende Art. Die uranfänglichen Schiefer, (*les ſchiſtes primitifs*,) enthalten Schwefelarten, Suifaten, oder ſchwefelſaure Verbindungen, Metall-Oxyde, Kohle und freie Schwefelſäure, die, wie man nachher ſehen

wird, sich beständig wieder in ihnen bilden und erneuern.

So wie das Wasser des Meergrundes, das beständig stark mit Salz überladen ist, in die Schieferblättchen des untermeerischen Gebirgsfusses dringt, wird durch die Schwefelsäure das in diesem Wasser enthaltene Kochsalz zersetzt. Die frei gewordene Salzsäure bemächtigt sich des Sauerstoffs der Eisen-Oxyde, des Magnesiums, u. s. w., die es auf seinem Durchwege trifft, und wird dadurch zur oxygenisirten Salzsäure.

Diese Säure, gedrückt von der Säule des höher stehenden Wassers und angezogen von den Schieferblättchen, die den Dienst der Haarröhrchen versehen, zieht sich immer mehr in die Höhe, und dehnt sich bald weiter aus. Sie trifft auf metallische Schwefelverbindungen, und zersetzt sie mit Heftigkeit. Hierbei wird Wärmestoff in grosser Quantität frei gemacht; es bildet sich Schwefelsäure; und das Wasser wird mit Hülfe der Kohle zersetzt.

Ein Theil des Hydrogens dieses Wassers, verbunden mit der Kohle und etwas Oxygen, liefert *Oehl*; dieses wird durch die Schwefelsäure zu *Steinöhl* modificirt. Der übrige Theil des Hydrogens wird bei Vermischung mit dem oxygenisirten Salzsauer-Gas entzündet; das Steinöhl, zu Gas reducirt, entzündet sich auch, und es beginnt der Brand.

Dieses Feuer würde aber bald verlöschen, wenn das mächtigste Agens es nicht immer von neuem in

Thätigkeit ſetzte; dieſes Agens iſt das *electriſche Fluidum.*

Indem die Metalle, welche ſich in den Schieferlagern in Ueberfluſs befinden, dieſes Fluidum beſtändig aus der Luft und den Waſſerhoſen, (*trombes,*) anziehn, ſtöſst es bei jedem Schritte auf iſolirte Schwefelverbindungen, die ſich entweder in den Erdharzen oder der Gebirgsart befinden. Es entladet ſich und erneuert wieder die Entzündung der verſchiedenen Gasarten, und dieſe Flüſſigkeiten bahnen ſich quer durch die Zwiſchenräume der Schieferblätter einen Ausweg, und bringen auf dem Gipfel des Gebirges die Exploſion hervor. Dieſe entzündeten Gasarten treffen hier auf Meerwaſſer, und zerſetzen es; (?) das Hydrogen entweicht; und das Oxygen des Waſſers wird unter feſten Geſtalten fixirt.

Um dieſe Fixirung zu erklären, nimmt Patrin die Gegenwart des *Phosphors* in dem *electriſchen Fluido* an, die ihm ſowohl der Phosphor-Geruch, den dieſes Fluidum aushaucht, als auch beſonders die Entzündung des Waſſerſtoff-Gas durch Electricität zu beweiſen ſcheint: denn dieſes Gas entzündet ſich, nach ſeiner Vorausſetzung, durch Electricität nur deshalb, weil es durch die Berührung des electriſchen Funkens phosphoriſirtes Waſſerſtoff-Gas wird. Der Phosphor iſt aber unter allen verbrennlichen Körpern am meiſten fähig, das Oxygen zu fixiren.

Patrin nimmt überdies ein eignes *Metall erzeugendes Fluidum*, (*fluide metallifère,*) an; das zu

dieſer Fixirung des Oxygens mächtig beitragen ſoll. Dieſes Metall führende Fluidum ſpielt, nach ihm, in der Natur eine groſse Rolle: er ſucht aus verſchiedenen Thatſachen die Exiſtenz deſſelben zu beweiſen; und glaubt, was Lavoiſier als Meinung eines berühmten Chemiſten anführt, daſs das *Radikal der Salzſäure metalliſcher Natur* ſey, und daſs das metallführende Fluidum eben ſo wohl die Bildung des Seeſalzes, als die Bildung der Metalle bewirkt. — Er führt bei dieſer Gelegenheit folgendes zur Beherzigung an: „In der heiſsen Zone ſind die Metalle in der That ſehr köſtlich, aber ihre Maſſe iſt ſehr unbeträchtlich; das Seeſalz befindet ſich im Gegentheile daſelbſt in erſtaunlichem Ueberfluſſe. Nach Ingenhouſs nimmt der Salzgehalt des Oceans von den Polen nach dem Aequator immer mehr zu; hier iſt er 5- bis 6mahl beträchtlicher als in den nordiſchen Meeren: und da ſich die Maſſe der Metalle in umgekehrter Richtung vermehrt, ſo ſcheint es, daſs dieſes Metall führende Fluidum zwiſchen den Wendekreiſen beinahe gänzlich zu Meer-Salzſäure figirt ſey, indeſs es, von den Wendekreiſen ab, eine gröſsere Metallmaſſe gebildet hat; denn gegen den Polarkreis zu iſt das Waſſer arm an Salz, die Erde hingegen mit Gebirgen bedeckt, die ganz aus Eiſen-Oxyd beſtehn.“

Dieſem Metall führenden Fluido ſchreibt Patrin die Bildung des *Eiſens* zu, das ſich in ſo groſsem Ueberfluſſe in den Laven befindet. Was den *Schwefel* betrifft, der ebenfalls in ihnen vorkömmt, und

ihr Monate langes Brennen unterhält; so glaubt er, dafs dieser ein Product des electrischen Fluidi, oder vielmehr das *electrische Fluidum selbst* sey, nur im concreten Zustande, so wie der Demant concret gewordenes kohlensaures Gas ist. Jedermann weifs, dafs der Blitz einen starken Schwefelgeruch zurück läfst; und da keine bekannte Substanz diesen Geruch hat, ohne nicht auch Schwefel zu enthalten, so schliefst er daraus, dafs der Schwefel die Basis des electrischen Fluidi ist. Der *Phosphor* ist nur eine Modification desselben; vielleicht eine Verbindung mit dem Lichte. (?) Die tägliche Entstehung des Schwefels und des Phosphors in allen organischen Körpern beweist, dafs diese beiden Substanzen von einem allgemein verbreiteten Fluido herkommen müssen; und ein solches ist das electrische Fluidum.

Der Schwefel wird daher beständig durch dieses Fluidum in den Schiefern von neuem fabricirt und hier durch Verbindung mit dem Oxygen, (das von der in diesen Lagern herrschenden Thonerde aus der Atmosphäre beständig angezogen wird,) in Schwefelsäure verwandelt, und diese freie Schwefelsäure bewirkt die Zersetzung des Meersalzes.

Als durch den Rücktritt des Oceans der Gipfel der vulkanischen Berge entblöfst wurde, fanden die Gasarten hier nicht mehr das Oxygen des Meerwassers, sondern blofs das, was in der oxygenisirten Salzsäure und in der Atmosphäre enthalten ist. Die Fixirung desselben fand daher zwar noch statt,

aber in weit geringerer Quantität. Die noch jetzt erfolgenden Auswürfe sind deshalb von geringer Bedeutung, in Vergleichung mit den untermeerischen Auswürfen, zur Zeit als der Vulkan noch unter dem Meere stand, welche die grofsen Basalt-Strafsen und die Thonlager gebildet haben, die man in allen Gegenden der Erde von unermefslicher Tiefe findet, und die mit keinen fremdartigen Körpern gemischt sind.

Um ein Beispiel von dieser schnellen Bildung der Laven zu geben, bezieht sich Patrin auf die Beschreibung des Vulkans von *Stromboli*, wo die Natur den Prozefs der Concretion der Gasse zu festen Materien in jedem Augenblicke darzustellen scheint, so wie ein Chemist ihn in seinem Laboratorio zeigen würde. Dieser Vulkan ist seit undenklichen Zeiten in beständiger Activität; von einer halben Viertel-Stunde zur andern wirft er einen Stofs entzündeter Dämpfe und fester glühender Substanzen aus. „Es scheint," sagt Dolomieu, „dafs es Luft, oder brennbare Dämpfe sind, die sich plötzlich entzünden, und die eine Explosion hervorbringen, indem sie die Steine mit sich fortreifsen, die sie auf ihrem Auswege finden."

Dem B. Patrin scheint es wahrscheinlicher, dafs diese festen Materien sich erst augenblicklich bilden, als dafs sich seit so langer Zeit an der benannten Stelle, im Grunde des Kraters, immer eine gleiche Quantität Steine vorfinden sollte, die von 7 Minuten zu 7 Minuten ausgeworfen werden könnte, ob-

ne dafs dadurch die Geſtalt des Kraters, der wie ein Trichter ſpitzig zuläuft, im Geringſten verändert oder zerſtört würde.

Dieſe ſo häufigen periodiſchen Exploſionen werden von keiner Erſchütterung und keinem unterirdiſchen Geräuſche begleitet; ein Beweis, dafs die Feuerſtätte nicht tief liegen kann. Es ſcheint ſogar, dafs bei den Vulkanen im Allgemeinen gar dergleichen unterirdiſche Feuerſeen nicht ſtatt finden, die man ſich eigentlich unter einer ſolchen *Feuerſtätte* vorſtellt. Der Feuerherd eines Vulkans iſt nichts weiter, als die Wiedervereinigung der Kanäle, durch welche die zwiſchen den Schieferblättern entſtandenen Gasarten nach dem Gipfel des Berges zu entweichen, und welche Kanäle, da ſie mit den Gebirgshängen gleiche Neigung haben, ihnen gleichſam zum Rauchfange dienen.

Indem dieſe Gasarten feſte Materien bilden, bedecken ſie damit nach und nach den Gipfel des uranfänglichen Gebirges. Die Auswürfe häufen ſich und bilden endlich ungeheure Maſſen, die ganz aus vulkaniſchen Stoffen beſtehn. Die Gasarten fahren fort, quer durch dieſe Auswürfe, oder vielmehr durch dieſe mittelſt der Ausbrüche entſtandenen Lavenlager, an den Tag zu brechen, und bilden zuweilen daſelbſt die Maſſen flüſſiger Laven, welche die Krater anfüllen, und durch den Ausbruch von neuem zuſtrömenden Gas emporgehoben, und unter ſtarkem Aufbrauſen mit Gewalt herausgeſchleudert werden. Die Exiſtenz groſser Höhlungen im Schoo-

fse, oder selbst in den alten Lagern der Erde, würde im Gegentheile wider alle Wahrscheinlichkeit streiten.

Man hat von grosen Seen gesprochen, die durch Erdbeben entstanden, und von Städten, die dabei versunken seyn sollen, und hat hieraus geschlossen, dass es grose *unterirdische Höhlungen* gäbe, die durch Vulkane entstanden wären. Es ist, leider! nur zu wahr, dass *Lissabon*, *Messina*, *Lima* und viele andere Städte durch Erdbeben umgestürzt und zerstört worden sind; aber sie sind nichts weniger als verschlungen worden, denn man hat sie ja auf demselben Boden wieder aufgebauet. *Herculanum* und *Pompeji* sind Souterrains geworden, aber nicht durch Versinken in Abgründe, sondern weil im Gegentheile der alte Boden mit einem neuen ist bedeckt worden; wie sich dies überall ereignet, wo man Vulkane findet. Seen haben sich insbesondere viele auf den Alpen und Pyrenäen gebildet, wo man nicht die geringste Spur von Vulkanen bemerkt, und sie verdanken meistentheils den Ausspülungen und Untergrabungen der unterirdischen Gewässer ihren Ursprung.

Patrin spricht nachher von einer besondern Art *Vulkane*, *die* weder Feuer, noch Laven, sondern blos *weichen flüssigen Thon ausweerfen*. Spallanzani hat die von Modena, Pallas die der Krimm, und Dolomieu die von *Macaluba* in Sicilien beschrieben. Diese letztern sind sehr alt, und finden sich auf einem kalkartigen Boden, der an

Salz-Kryſtallen und ſalzigen Quellen ſehr reich iſt. Die ganze Gegend iſt mit Thonbergen bedeckt, welche durch die Auswürfe dieſer Vulkane entſtanden ſind, und zuweilen Koth- und Schlammſtröme bis zu 60 Mètres in die Höhe ſchleudern. Ihre Ausbrüche verurſachen Erderſchütterungen, die ſich mehrere Meilen weit erſtrecken, und die Materien, die ſie auswerfen, ſind mit Salz und Steinöhl geſchwängert, und riechen ſtark nach ſchwefelhaltigem Waſſerſtoff-Gas. Alle dieſe Erſcheinungen und örtlichen Umſtände finden ſich auch ganz ſo in der *Krimm* und zu *Modena*. *)

Dieſe *Schlamm-* oder *Koth-Vulkane* haben mit den *feuerſpeienden* einerlei Urſprung, es fehlt ihnen nur eine hinlängliche Quantität des electriſchen

*) Das neueſte merkwürdige Phänomen dieſer Art in Taurien erzählte die Hamb. polit. Zeitung aus einem Briefe des Etatsraths Pallas, wie folgt: „Am 5ten September 1799 iſt im *aſoffſchen Meère*, dem alten *Temrak* gegen über, etwa 150 Klafter weit vom Ufer, mit einem donnernden Getöſe und endlich mit einem Knalle, wie aus einer groſſen Karthaune, der mit Feuerausbruch begleitet war, eine hügelförmige Inſel auf einer ziemlich tiefen Stelle entſtanden. Der Feuerauswurf und das Aufſteigen einer beträchtlichen Rauchſäule hat ungefähr zwei Stunden lang angehalten. Zu gleicher Zeit und an eben dem Tage, da ſich dieſes bei Aufgang der Sonne ereignete, iſt um 7 Uhr des Abends am Cuban herauf und bis Cathrinodnow ein ſtarkes Erdbeben geſpürt worden.“ *d. H.*

Fluidi, um zu voller Thätigkeit kommen zu können. Die Kalklager sind wegen ihres Mangels an Metallen zu schwache Leiter für dieses Fluidum; berfteten sie aber durch einen Zufall, so dafs dieses Fluidum unmittelbaren Zutritt zu den in ihren schieferichten Gängen enthaltenen Eisenauflösungen bekäme, so würden wahrscheinlich aus ihnen gewöhnliche Vulkane entstehn.

Das Gegentheil von diesen Schlamm-Vulkanen sind die kleinen, welche *bloße Flamme* ohne Begleitung fester Materien auswerfen. Die Feuer von *Pietra-Mala* in den Apenninen sind von Lalande beschrieben worden, der bemerkte, dafs sie bei stürmischem Wetter am stärksten sind und dafs sie einen electrischen Geruch verbreiten. Spallanzani entdeckte darin den Geruch des Wasserstoff-Gas, Ferber, den Geruch des Steinöhls, und Dietrich, den Geruch der Salzsäure. Diese verschiedenen Flüssigkeiten tragen alle zur Erhaltung dieser Feuer das ihrige bei.

Dieser kleine Vulkan hat, weil er arm an Oxygen und reich an electrischem Fluido ist, nur Flammen, und keine festen Auswürfe; während dafs *Macaluba*, reich an Oxygen, aber arm am electrischen Fluido, nur Schlammauswürfe und keine Flamme hervorbringen kann.

Pietra-Mala hat die Seele eines Vulkans, *Macaluba* den Körper: ihre Vereinigung würde einen gewöhnlichen Vulkan bilden.

Es ist wahrscheinlich, dass man die traurigen Wirkungen der Vulkane vermindern würde, wenn man das electrische Fluidum durch starke weit in die Ferne gehende Leiter von ihnen ableitete, oder wenn man die Einsaugung des Meerwassers am Fusse der vulkanischen Gebirge verhinderte. Dies ist vielleicht da nicht unmöglich, wo dieser Ort des Einsaugens so kenntlich, wie am Fusse des Vesuvs ist, wo er durch das im Meere aufsteigende Steinöhl angezeigt wird. Dieses Steinöhl, das in den untermeerischen Gebirgen gebildet wird, giebt dem Wasser des Oceans seine Bitterkeit.

Nach dieser Theorie des B. Patrin sind die *Erdbeben* sehr leicht zu erklären: die luftförmigen Flüssigkeiten, welche die Zwischenräume der Schieferblätter anfüllen, werden durch die electrischen Entladungen entzündet; sie theilen den Steinlagern diese Erschütterungen mit, die sich in demselben Augenblicke in den entferntesten Oertern verspüren lassen, weil diese Lager, deren Blätter mit ihren Grundlagen parallel laufen, zuweilen in sehr beträchtlichen Weiten ohne Unterbrechung fortlaufen.

VI.

UNTERSUCHUNG

über

den Einfluſs der Wärme auf das Gewicht der Körper,

von

Benjamin Grafen von Rumford
in London.

Die bisherigen Verſuche, durch die man auszumachen ſuchte, ob das Gewicht der Körper beim Erwärmen zu- oder abnimmt, ſind wohl beſonders deswegen ſo verſchieden ausgefallen, weil die Inſtrumente, deren man ſich dazu bediente, nicht die gehörige Vollkommenheit beſaſsen; oder weil die heiſsen und kalten Körper, die man in die Wageſchalen legte, vertikale Luftſtröme in der Atmoſphäre hervorbrachten.

Meine Verſuche, die ich darüber ſchon vor langer Zeit mit der gröſsten Sorgfalt und Genauigkeit angeſtellt habe, überzeugten mich, daſs die Körper durchs Erwärmen keine Gewichtszunahme erleiden, und daſs überhaupt die Wärme auf das Gewicht der Körper keinen Einfluſs hat.

Dr. Fordyce behauptete im 75ſten Bande der *Philoſophical Transactions* das Gegentheil und

*) Ins Kurze zuſammengezogen aus den *Philoſ. Transactions of the Roy. Soc. of London for* 1799, p. 179.

machte Verſuche bekannt, nach denen zu ſchlieſsen, das Waſſer durch Gefrieren im Gewichte zunimmt. Dieſe aufserordentliche Thatſache überraſchte mich ſo ſehr, daſs ich mich ſogleich entſchloſs, die Verſuche mit einer vortrefflichen Wage, die dem verſtorbenen Kurfürſten von Baiern gehörte, zu wiederholen.

Ich nahm aus einer Menge von Flaſchen, die man in England Florentiner nennt, und die ſehr dünn geblaſen ſind, zwei, welche in allen Stücken einander ſo gleich waren, daſs man ſie ſchwerlich von einander unterſcheiden konnte.

In die eine Flaſche, die ich mit *A* bezeichne, goſs ich 4107,86 Gran Troy-Gew. reines deſtillirtes *Waſſer*; in die andere, *B*, ein gleiches Gewicht ſchwachen *Weingeiſt*. Nachdem ich ſie hermetiſch verſchloſſen und vollkommen rein und trocken abgewiſcht hatte, hing ich ſie an die Arme der Wage, und ſtellte dieſe in eine groſse Stube, deren Luft, durch beſtändiges Heizen, ſchon mehrere Wochen ſo viel möglich immer in der Temperatur von 61° nach Fahrenheit war erhalten worden. Die Flaſchen blieben hier ſo lange ruhig an der Wage hängen, bis ſie dieſelbe Temperatur angenommen haben konnten; dann wiſchte ich ſie von neuem mit einem reinen und trocknen Kammertuche recht gut ab, und brachte ſie in das genaueſte Gleichgewicht.

Den Apparat lieſs ich ſodann noch 12 Stunden in dieſer Stube ſtehen; und da ſich nicht die geringſte Veränderung zeigte, brachte ich ihn in eine

grofse unbewohnte Stube, die nach Norden liegt, deren vollkommen ruhige Luft die Temperatur von 29° Fahr. hatte, und liefs hier die Flaſchen bei verſchloſſener Thür ganz ungeſtört 48 Stunden an der Wage hängen.

Nach Verlauf dieſer Zeit trat ich mit vieler Vorſicht wieder in die Stube, und fand zu meinem Erſtaunen, daſs die Flaſche *A* ein ſehr merkliches Uebergewicht hatte. Ihr Waſſer war zu einer feſten Maſſe gefroren; der Weingeiſt zeigte aber keine Spur von Froſt.

Ich ſtellte mit Stückchen von feinem Silberdrahte ſehr behutſam das Gleichgewicht wieder her, und fand ſo, daſs die Flaſche *A* um den $\frac{1}{15704}$ten Theil ihres anfänglichen Gewichts an Schwere zugenommen hatte. Das Gewicht der mit Waſſer gefüllten Flaſche betrug nämlich zu Anfang des Verſuchs 4811,23 Gran Troy-Gew., und nun muſsten 0,134 Theilchen eines Grans am entgegengeſetzten Arme hinzugethan werden, um das Gleichgewicht wieder hervorzubringen.

Ich brachte hierauf die beiden an der Wage hängenden Flaſchen wieder in die 61° warme Stube. Als das Eis der Flaſche *A* gänzlich aufgethauet war, und beide Flaſchen die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten, wiſchte ich ſie wieder recht rein und trocken ab, und fand nun, daſs ſie jetzt eben ſo viel wogen, als zu Anfang des Verſuches, ehe das Waſſer gefror.

Mehrere Wiederholungen dieſes Verſuchs gaben beinahe daſſelbe Reſultat; immer ſchien das Waſſer im feſten Zuſtande ſchwerer zu ſeyn als im flüſſigen. Doch die Unregelmäſsigkeit, mit der das Waſſer beim Aufthauen ſein hinzugekommenes Gewicht wieder verlor, und der merkbare Unterſchied zwiſchen den erhaltenen Gewichtsvermehrungen in den verſchiedenen Verſuchen, machten mir die ganze Erſcheinung verdächtig. Ich entſchloſs mich daher, dieſen Verſuch noch einmahl auf eine verbeſſerte Art zu wiederholen.

Zuvor prüfte ich die Genauigkeit meiner Wage. Denn da ich wuſste, daſs man die Adjuſtirung ihrer Arme durch Hämmern bewirkt hatte, ſo beſorgte ich, daſs durch dieſe Operation eine Verſchiedenheit in der Textur des Metalls entſtanden ſeyn könnte, und daſs ſie deshalb vielleicht einer verſchiedenen Ausdehnung durch die Wärme unterworfen wären. Die Wage konnte dann leicht Irrthümer veranlaſſen, wenn man ſie, ſchwer belaſtet, einer beträchtlichen Veränderung der Temperatur ausſetzte.

Ich hing deshalb zwei ſich völlig gleiche maſſive Metallkügelchen, *) die gut vergoldet und gebrannt

*) Ich zog mit Fleiſs dieſe den mit Queckſilber gefüllten Glaskügelchen vor, weil ſich die Feuchtigkeit ſehr feſt an die Oberfläche des Glaſes anſetzt, dies aber nicht bei den vergoldeten Oberflächen der Metalle der Fall iſt. *Gr. R.*

waren, mit feinem Golddrahte an die Arme der Wage auf. Jedes dieſer Kügelchen wog 4975 Gran, wurde vollkommen rein abgewiſcht, und die Wage blieb 24 Stunden lang in der 61° warmen Stube ſtehn. Nachdem ich ſie nun in das vollkommenſte Gleichgewicht gebracht hatte, wurde ſie in eine Stube von 26° Temperatur verſetzt, wo ſie die ganze Nacht über blieb.

Dieſer Verſuch gab den genügendſten Beweis von der Genauigkeit meiner Wage, denn ich fand nach dem Verlaufe dieſer Zeit das Gleichgewicht noch ſo vollkommen, wie zu Anfang des Verſuches.

Nun kehrte ich zu meinem vorigen Gegenſtande wieder zurück. Vorausgeſetzt, wie es die Verſuche Fordyce's und meine obigen zu beweiſen ſchienen, daſs die Flüſſigkeiten beim Gefrieren eine Gewichtsvermehrung erleiden; ſo lieſs ſich die Urſache dieſer Erſcheinung in nichts anderm ſuchen, als in dem Verluſte der groſsen Quantität latenter Wärme, die, wie bekannt, beim Gefrieren aus dem Waſſer entweicht. Nun ſchloſs ich weiter, daſs, wenn der Verluſt latenter Wärme das Gewicht *eines* Körpers vermehre, er nothwendig dieſelbe Wirkung in allen hervorbringen, und daſs mithin die Vermehrung der latenten Wärme in allen Körpern und in allen Fällen ihr Gewicht bemerkbar vermindern müſſe.

Um dieſes zu entſcheiden, ſtellte ich folgenden Verſuch an. Ich nahm wieder zwei ſich völlig gleiche Flaſchen von der vorerwähnten Art, goſs in die

die eine 4012,46 Gran Waſſer, in die andere ein gleiches Gewicht Queckſilber, verſiegelte ſie hermetiſch, hing ſie an beide Arme der Wage, und lieſs ſie die Temperatur meiner 61° warmen Stube annehmen. Dann brachte ich ſie in das vollkommenſte Gleichgewicht und verſetzte den Apparat in ein Zimmer von 34° Temperatur, wo er 24 Stunden lang ſtehn blieb. Keine der beiden Flaſchen zeigte die geringſte Vermehrung oder Abnahme ihres Gewichts.

Hier iſt es doch gewiſs, daſs die Quantität Wärme, die das Waſſer verlohr, viel beträchtlicher war, als die aus dem Queckſilber entwich, (denn die ſpecifiſchen Quantitäten latenter Wärme des Waſſers und Queckſilbers verhalten ſich wie 1000 zu 33,) und doch veranlaſste dieſer Unterſchied des Wärmeverluſtes nicht die geringſte Verſchiedenheit in den Gewichten dieſer beiden Flüſſigkeiten. Hätte auch nur eine Verſchiedenheit von Einem Milliontel des Gewichts in dieſen Flüſſigkeiten ſtatt gefunden, ſo würde ich ſie entdeckt haben: und hätte ſie $\frac{1}{1000000}$ des Gewichts betragen, ſo würde ich ſie haben meſſen können; ſo empfindlich und genau iſt die Wage, der ich mich zu dieſem Verſuche bediente.

Ich wurde dadurch in dem Verdachte beſtärkt, daſs die vorhin beobachtete ſcheinbare Gewichtsvermehrung des gefrornen Waſſers entweder daher rühre, daſs an die Oberfläche der Flaſche *A* ſich eine gröſsere Quantität Feuchtigkeit feſt geſetzt hatte, als an die der Flaſche *B*; oder daſs durch eine

Verſchiedenheit in der Temperatur der beiden Flaſchen ein oder mehrere vertikale Ströme in der ſie umgebenden Luft hervorgebracht wurden.

Da ich bei den obigen Verſuchen, die übrigens mit der gröſsten Vorſicht unternommen wurden, die relativen Wärme leitenden Kräfte des Eiſes und Weingeiſtes nicht gekannt hatte, und folglich nicht ganz gewiſs von der Gleichheit der Temperatur beider Flüſſigkeiten beim Abwägen überzeugt ſeyn konnte, ſo wiederholte ich von neuem den obigen Verſuch, aber mit Beobachtung ſolcher Maaſsregeln, die mich gegen die beiden erwähnten Urſachen der Täuſchung ſichern konnten.

Ich nahm drei Flaſchen, *A*, *B*, *C*, die ſich völlig gleich waren; in die erſte, *A*, goſs ich 4214,28 Gran Waſſer und brachte in ihr ein kleines Thermometer ſo an, daſs die Kugel deſſelben in der Mitte des Waſſers ſchwebte; in die zweite, *B*, wurde ein gleiches Gewicht Weingeiſt und ein eben ſolches Thermometer; und in die Flaſche *C* ein gleiches Gewicht Queckſilber gethan. Dieſe Flaſchen wurden, hermetiſch verſiegelt, in einen Winkel einer groſsen Stube von 61° F. Temperatur geſtellt, wo die Luft völlig ruhig war. Hier blieben ſie über 24 Stunden ungeſtört ſtehn. Da die in *A* und *B* eingeſchloſſenen Thermometer genau dieſelbe Temperatur zeigten, ſo wiſchte ich nun die Flaſchen recht rein und trocken ab, und lieſs ſie ſo noch einige Stunden länger ſtehen, damit die Luft der Stube die vielleicht durchs Abwiſchen in ihnen entſtan-

dene Ungleichheit der Wärme oder der anſitzenden Feuchtigkeit wieder heben konnte. Die Flaſchen wurden nachher gewogen, ihr Gewicht unter einander genau gleich gemacht, indem man an den Hals der leichtern etwas feinen Silberdraht befeſtigte, und ſie nun in die Stube von 30° F. Temperatur gebracht, wo ſie 48 Stunden ungeſtört ſtehen blieben. Die Flaſchen *A* und *B* hingen an den Armen der Wage und die Flaſche *C* hing dicht bei der Wage in derſelben Höhe an einem Ständer, und neben ihr ein ſehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf der angegebenen Zeit eröffnete ich ſehr behutſam die Thür, und fand zu meiner Freude, daſs alle drei Thermometer, nämlich das in der Flaſche *A*, das nun in Eis eingeſchloſſen war, das in der Flaſche *B* und das frei in der Stube hängende, auf denſelben Punkt, nämlich auf 29° F., ſtanden, und daſs die Flaſchen *A* und *B* ſich im genaueſten Gleichgewichte befanden. Zugleich unterſuchte ich das Spiel der Wage, und fand bei einer leiſen Berührung, daſs ſie ſich nicht allein mit der vollkommenſten Freiheit bewegen konnte, ſondern daſs ſie auch nach erlangter Ruhe wieder völlig ins Gleichgewicht kam. Als ich die Flaſche *B* von der Wage abnahm und ſtatt ihrer die Flaſche *C* anhing, zeigte auch dieſe daſſelbe Gewicht, das ſie zu Anfang des Verſuches hatte, und ſtand mit der Flaſche *A* im völligen Gleichgewichte.

Ich brachte darauf den ganzen Apparat in ein warmes Zimmer, wo ich das Waſſer der Flaſche *A*

aufthauen und alle drei genau die Temperatur der sie umgebenden Luft annehmen liefs; dann wischte ich sie wieder trocken und rein ab, und wog sie von neuem; auch hier zeigte sich keine Veränderung ihrer Gewichte.

Diesen Versuch habe ich mehrmahls wiederholt und erhielt genau dieselben Resultate. Nie schien das Wasser beim Gefrieren und Aufthauen die geringste Zu- oder Abnahme des Gewichts zu erleiden; auch zeigten die andern Flüssigkeiten bei den verschiedenen Graden der Wärme und Kälte, denen sie ausgesetzt wurden, keine Veränderung in ihrem Gewichte.

Wog man aber die Flaschen dann, wenn die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten nicht genau einerlei Temperatur besafsen: so zeigte sich oft eine Zu- oder Abnahme ihrer Gewichte. Diese Erscheinung rührte wohl also wahrscheinlich entweder von den vertikalen Luftströmen her, die sie in der Atmosphäre hervorbrachten; oder von der verschiedenen Quantität Feuchtigkeit, die sich an ihre Oberflächen festgesetzt hatte; oder von beiden Ursachen gemeinschaftlich.

Da die Wärme leitende Kraft des Queckfilbers viel gröfser ist, als die des Wassers und Weingeistes, so war es nicht nöthig, in ihm ein Thermometer anzubringen, indem es die Temperatur, welche die beiden andern Flüssigkeiten erlangten, gewifs schon immer früher erhalten haben mufste.

Da mich dieſe mit der gröſsten Vorſicht angeſtellten Verſuche überführt haben, daſs das Waſſer bei ſeinem Uebergange aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten, und umgekehrt, *weder an ſeinem Gewichte zunimmt, noch abnimmt*, ſo nehme ich nun für immer von dieſem Gegenſtande Abſchied, der mir ſo viel Zeit und Mühe gekoſtet hat, und bin vollkommen überzeugt, daſs, wenn auch die Wärme ein von dem erhitzten Körper verſchiedener Stoff ſeyn ſollte, dieſer doch ſo fein und dünn wäre, daſs ſein Einfluſs auf das Gewicht nie durch Verſuche zu entdecken iſt. Denn berechnet man die Wärme, die das Waſſer beim Gefrieren verliert, und bringt die verſchiedenen Wärme-Capacitäten des Waſſers und Goldes, (die ſich wie $1 : \frac{1}{20}$ verhalten,) in Anſchlag; ſo zeigt ſich, daſs die aus dem gefrierenden Waſſer in jenen Verſuchen frei werdende Wärme-Quantität hinreiche, 4214 Gran Gold von der Temperatur des Gefrier-Punkts bis zur Rothglühehitze zu bringen: und wenn der Verluſt einer ſo groſsen Quantität Wärme keine Veränderung auf einer Wage hervorbringt, die im Stande iſt, bei einem Milliontel des aufgelegten Gewichts Ausſchlag zu geben; ſo läſst ſich hieraus wohl mit Sicherheit ſchlieſsen, daſs alle unſre Verſuche, irgend einen Einfluſs der Wärme auf das Gewicht der Körper zu entdecken, vergeblich ſeyn werden.

VII.

BESCHREIBUNG
verſchiedener Verbeſſerungen an Branntweinbrenner-Geräthe,

von

J. F. Norberg,
Bergrath und Mitglied der Akademien der Wiſſenſchaften und der Künſte in Stockholm. *)

Die meiſten Geräthſchaften, deren man ſich bisher beim Branntweinbrennen und überhaupt beim Deſtilliren bediente, hatten zwar ein hundertjähriges Herkommen für ſich, ſind aber doch wenig zweckmäſsig, ja manches daran iſt offenbar zweckwidrig. Schon vor zwanzig Jahren hatte ich darauf gedacht, ſie zur Erſparniſs an Koſten, Zeit und Mühe nach den Grundſätzen, welche in dieſer Abhandlung aufgeſtellt ſind, und die durch vorläufige Verſuche im Groſsen bewährt worden waren, zu verbeſſern. Als ich 1783 meine ausländiſchen Reiſen antrat, waren in der That 21 ſolcher verbeſſer-

*) *Svensk. Vetenſk. Academ. nya Handl.*, 1799, *Qu.* 4. Auch von Herrn Plagemann, Rector am deutſchen National-Lyceo, einzeln ins Deutſche überſetzt, Stockholm 1800, 21 S., 8. 1 Kupfertafel; und hier aus dieſer Schrift, die ich dem Herrn Verfaſſer verdanke, ins Kurze zuſammengezogen. *d. H.*

ten Geräthe in vollem Gange, und ich ſtand daher in der Ueberzeugung, ſie würden bald die alten unvortheilhaften ganz verdrängen. Wie groſs war aber meine Verwunderung, da ich nach einer zwölfjährigen Abweſenheit in mein Vaterland zurückkam, und keine Spur meiner Verbeſſerungen mehr vorfand. Es bedurfte ſelbſt dreijähriger Mühe und der unmittelbaren Protection des Königs, um es nur dahin zu bringen, daſs meine Erfindungen für Rechnung der Krone wieder verſucht wurden. Jetzt, da mir ein 25jähriges ausſchlieſsendes Privilegium auf die Fabrication meiner verbeſſerten Geräthſchaft zugeſtanden iſt, hoffe ich indeſs die Hinderniſſe zu überwinden, welche ihnen bisher durch Unwiſſenheit, Vorurtheil, Eigennutz und Machtſprüche erregt wurden. *)

Fig. 1, Taf. V, ſtellt die ganze verbeſſerte Geräthſchaft in Vogel-Perſpectiv, von oben herab ge-

*) Wer ſich eine ſolche verbeſſerte Geräthſchaft anſchaffen will, wird aufgefordert, den Herrn Bergrath Norberg in frankirten Briefen entweder die Gröſse der Branntweinblaſe, die er wünſcht, wonach alles andere proportionirt wird; oder will er ſeine Branntweinblaſe beibehalten, und an ihr die neue Geräthſchaft anbringen, die Dimenſionen der Blaſe und des Kühlfaſſes, die Entfernung beider von einander, und den Weg der Spedition für das Geräth, wiſſen zu laſſen. Auf 1 ſchwed. Kubikfuſs gehn 10 Kannen, und 20 ſchwed. Pfund machen 1 Liespfund. d. H.

ſehn, und Fig. 2 in einem Aufriſſe dar, worin das Kupfergeräth von der Seite, das Uebrige nach einem ſenkrechten Durchſchnitte durch die Ebenen *AB* und *CD*, Fig. 1, gezeichnet iſt. In beiden Figuren bedeuten einerlei Buchſtaben daſſelbe. Eine maſſive Wand trennt das *Brennhaus* vom *Maiſchhauſe*, damit in letzterm die zur Gährung nöthige Temperatur deſto leichter durch Feuerung erhalten werden möge; ſehr bequem läſst ſich in letzterm auch eine Malzdarre anbringen, um dieſelbe Feuerung doppelt zu nützen. Der *Maiſchbottig I* iſt ſo groſs, daſs er bei jeder Füllung, es ſey auf einer, oder auf mehrere Blaſen, oder auf beſondere Gefäſse, die dann wohl zuzuſpinden ſind, ganz geleert wird, und ſteht ſo hoch, daſs die Einmaiſchungsmaſſe daraus gleich in die Blaſe rinnen kann. Das kochende Waſſer zum Erhitzen der Maiſche wird in keiner beſondern Pfanne, ſondern in einer Drank- oder Klärpfanne aufgekocht, und daraus durch eine verdeckte Rinne in das Faſs *K* geleitet, das man dann bis über den Maiſchbottig aufwindet und beim Erhitzen der Maiſche abzapft.

Die *Branntweinblaſe M* muſs ſo eingerichtet ſeyn, daſs das Feuer auf ſie mit der gröſsten Kraft und Geſchwindigkeit wirken könne, daſs ſie, (zur Koſtenſparung,) bei einem gegebenen Inhalte eine möglichſt kleine Oberfläche habe, und daſs ſie zum Einmauern und zum Arbeiten während des Brennens bequem ſey. Dieſe Eigenſchaften ſcheint ein Cy-

linder, deſſen Durchmeſſer doppelt ſo groſs als ſeine Höhe iſt, am beſten zu vereinigen. Sie wird auf 4 Pfeiler aus Ziegelſteinen geſtellt, hängt auſserdem an 4 dazwiſchen befindlichen Handhaben, und wird hinlänglich dick mit Ziegelſteinen ummauert, als welche die Wärme am mindeſten leiten, und daher das Feuer am beſten beiſammen halten. *) Auch die Bruſt der Blaſe wird mit Ziegelſteinen bedeckt, zu denen nur die Eingufsöffnung und der Hals hervorragen; erſtere verſchlieſst ein hölzerner Deckel *N*. Die Feuerſtelle *T* unter der Blaſe muſs hinreichend groſs ſeyn, und Luftzug haben, der ſich verſtärken und ſchwächen läſst. Damit die Hitze nicht an einer Stelle zu groſs werde, ſind zwei Schornſteine *Z* angebracht; wird eine Luke in ihnen geöffnet, ſo vermindert man dadurch den Zug. Die Flamme an der Feuerſtelle zertheilt ſich bei *b* in die Feuergänge, und geht in ihnen um die Blaſe herum, nach den Schornſteinen, und dort ſteht die Blaſe auf einer aufwärts gebogenen dicken Eiſenplatte, über der Sand und Thon liegt, um das Kupfer, an der Stelle, wo die Flamme am ſtärkſten daran ſchlägt, gegen das Verbrennen zu ſichern. Der

*) Dazu würde Graf Rumfords Methode, die Wärme durch eine Schicht ruhender Luft in der Ummauerung rings um die Blaſe beiſammen zu halten, unſtreitig viel empfehlenswerther ſeyn. Vergl. *Ann. d. Ph.*, III, 331, und IV. *d. H.*

hölzerne Deckel *N*, welcher die Einguſsöffnung der Blaſe verſchlieſst, wird von drei eiſernen Klammern *c* an ſeiner Stelle gehalten, und nachdem man die Maiſchung eingezapft hat, gehörig verſtrichen. Doch geht durch ſeine Mitte eine Oeffnung, durch welche die Maiſche ſo lange umgerührt wird, bis ſich, bei 40 bis 50° des hunderttheiligen Thermometers, (32 bis 40° R.,) der Geruch des Vorbrandes äuſsert. Dann verſtopft man dieſe Oeffnung mit einem Pfropf *d* und verkleiſtert ſie gehörig. Auch dieſer Pfropf iſt durchbohrt, damit durch ſeine $1\frac{1}{2}$ Zoll weite Oeffnung nachgefüllt, oder beim Ueberkochen kaltes Waſſer zugegoſſen werden könne, und ein kleinerer Pflock *e* verſchlieſst dieſe Oeffnung. *nnn* ſind Stufen aus gegoſsnem Eiſen, auf denen man längs der Ummauerung zur Blaſe hinaufſteigt, und ſich dabei an den eiſernen Handgriff *o* hält. *P* ſind gröſsere Tonnenzuber, in welche der Drank oder das Spülwaſſer aus der Blaſe abgezapft wird. Dieſe laufen dann in einer der unter dem Fuſsboden befindlichen Rinnen *p*, *p* an ihren Ort auſserhalb der Brennerei.

Der *Wärmemeſſer*. Die Maiſche in der Blaſe darf bloſs bis zu dem Grade erhitzt werden, bei welchem ſich der Weingeiſt vom Wäſſerigen, das in der Blaſe zurückbleiben ſoll, möglichſt abſondert. Es iſt daher wichtig, die Hitze nicht höher, als gerade bis auf dieſen Punkt zu treiben, ſonſt geht zu viel

Waſſer mit über. Um dieſes zu beurtheilen, iſt in der Bruſt der Blaſe, Fig. 3, *ff*, eine kupferne Hülſe *a* angebracht, welche bis in die Maiſchung unter *bc*, wenn ſie zu kochen anfängt, hinabgeht. Sie wird voll Waſſer gefüllt, das bis auf wenige Grade einerlei Temperatur mit der Maiſche annimmt. In dieſe Hülſe wird eine kleinere, gleichfalls mit Waſſer gefüllte, und mit einem hölzernen Handgriffe *e* verſehene Kupferröhre *d* geſetzt, in der ein hundertheiliges, (*Celſiuſches*,) Thermometer, mit bedeckter Kugel und durchbrochener Skale von Meſſing ſteht. Die Skale bezeichnet alle Punkte, die beim Brennen in Obacht zu nehmen ſind; das Thermometer bleibt immer im Waſſer, und wird, will man es beſehn, in der engern Kupferröhre, mittelſt des hölzernen Handgriffs, herausgehoben. Man ſieht dieſen Wärmemeſſer auch in Fig. 1 bei *g*. Nach meiner noch unvollkommenen Erfahrung fängt der *Vorbrand* zwiſchen 60 und 70°, (48° bis 56° R.,) an überzugehen oder zu rinnen, und wird anfänglich nicht wärmer als 86 bis 92°, am Ende 95 bis 96° der hundertth. Skale, da dann der *Lutter* übergeht. Wie viel Hitze die in der Blaſe kochende Maiſche annimmt, iſt indeſs noch nicht beſtimmt. — Beim Uebergehen des *Lutters* fängt er an mit 70° zu rinnen, muſs nicht viel über 80° erhitzt werden, und mit 93 bis 94° aufhören. Beim *Abklären* fängt das Uebergehen ein wenig über 60° an, wird nahe über 80 fortgeſetzt, muſs aber am Ende nicht über 90°

Wärme annehmen, ſo lange es noch auf Spiritus ankommt.

Der *Wächter.* Da die Maiſche, bei unvollkommener Gährung und bei Nachläſſigkeiten in der Wartung des Feuers, ſtatt in der Blaſe bloſs aufzukochen, zuweilen überkocht, oder, wie man zu ſagen pflegt, *übergeht;* ſo hielt ich es für nöthig, eine Vorrichtung anzubringen, durch die man von dieſer bevorſtehenden Gefahr benachrichtigt werde, und die zugleich allen aus dem Uebergehen herrührenden Schaden hindere. Man ſieht dieſe Vorrichtung, welche ich den *Wächter* nenne, bei *f*, und in Fig. 4 beſonders, nach einem vierfach gröſsern Maaſsſtabe, in einem vertikalen Durchſchnitte gezeichnet. Die Röhre *A* geht unter der Bruſt der Blaſe bis unter die Oberfläche der Maiſche *ba* hinab, und in ihr ſchwimmt auf der Maiſche eine Kugel oder ein Cylinder von Holz oder aus Kupferblech *c*, welche den Draht *d* trägt, der beim Steigen der Maiſche über dem Loche bei *e* hervortritt. Sollte man dem Ueberkochen, welches bei dieſem Anſteigen des Drahtes bevorſteht, nicht zuvorkommen können, ſo nimmt man den Pfropf am Ende der Röhre *B*, (*f*, Fig. 1, 2,) die in der Zeichnung abgebrochen iſt, weg, der ohnedies verkleiſtert iſt.

Der *Dampfleiter* und *Dampfkühler.* Der Zweck des *Huts* oder *Helms*, deſſen man ſich bisher beim Deſtilliren bediente, war, die beim Kochen ſich

entwickelnden Dämpfe zu ſammeln und zur Vorrichtung, wo ſie ſich abkühlen, zu leiten. So lange der Helm eine niedrigere Temperatur als die Blaſe hat, condenſirt er die Dämpfe, worauf die kalten Tropfen, (die ausgenommen, welche bei einer gut gewählten Form des Huts an der gewöhnlichen Falze abgeleitet werden,) kalt in die Blaſe zurückfallen und dadurch das Kochen verhindern; weshalb es weder beim Anfange noch beim Fortgange des Kochens Nutzen bringen kann, den Helm ſehr groſs zu machen. Nimmt er aber eine ſolche Hitze an, daſs er die Dämpfe nicht mehr condenſirt, ſo raubt er die Wärme nach Maaſsgabe ſeiner Oberfläche, indeſs er die Dämpfe nur nach Maaſsgabe ſeiner Ableitungsröhre ableitet. Aus dieſen Gründen konnte ich den Helm mit beſtem Erfolge *ganz abſchaffen*. Statt ſeiner bringe ich eine bloſse Ableitungsröhre *h* an, die ich den *Dampfleiter* nenne, und die ſo groſs ſeyn muſs, daſs alle ſich entwickelnde Dämpfe ohne Hinderniſs durch ſie bis zur Vorrichtung des Abkühlens kommen können. Dieſer *Dampfleiter* iſt in Fig. 5 bei *B C* abgebildet, ſitzt am Halſe *B* der Blaſe, (welcher aus dem hintern Theile der Bruſt nach dem Kühlfaſſe zu hervorragt,) hat keine Falze, und wird möglichſt klein gemacht. Die punktirten Linien über *B* zeigen die ſonſtige Bildung des Helms, deſſen Hügel oder Calotte, als ein Kugelſegment, die verdichteten Tropfen nicht in die Falze oder Rinne bei *e* leiten kann, weil ſie

zu solcher Absicht kegelförmig wie *fgf* seyn, und eine Neigung von wenigstens 30° haben müsste. Auch fallen die Tropfen, die sich zu Anfang unter der Falze bei *B* bilden, in die Blase zurück. In den Kronbrennereien findet man solche Helme, die 200 Kannen fassen. Fig. 6 stellt einen hölzernen Helm vor, dergleichen man sich in allen grösern Brennereien, die ich in Russland gesehen habe, bedient, und der meine Behauptung von der schicklichsten Gestalt des Helms zu bestätigen dient.

Die bisherige Einrichtung zum Abkühlen bestand aus langsam sich verengernden Röhren, die durch Wasser gingen. Eine gerade konische Röhre nannte man eine *Pfeife;* eine spiralförmige, die in einer Spirallinie an den Wänden des Kühlfasses umherlief, eine *Schlange;* in den Kronbrennereien findet man sie 30 bis 80 Ellen lang. Nun aber ist, nächst der sphärischen Gestalt, keine zu Abkühlungswerkzeugen unschicklicher, als diese bisher gebrauchte, so lange nämlich die Absicht dabei dahin gehen muss, bei einer gegebenen Menge Kupfer die gröstmögliche Oberfläche mit dem Wasser in Berührung zu bringen. Daher habe ich mit grosem Vortheile der parallelepipedarischen Gestalt den Vorzug gegeben, und zu diesem Abkühlen ein Werkzeug angebracht, welches ich den *Dampfkühler* nenne, und das so geräumig und dabei von einer

ſo groſsen Oberfläche iſt, daſs es alle ihm zugeführte Dämpfe aufnehmen, und ihnen beim Durchgehn ſo viel Wärme entziehn kann, daſs ſie in den Zuſtand tropfbarer Flüſſigkeit übergehn, ohne dabei eine ſchädliche Verdampfung zu veranlaſſen.

Dieſer Dampfkühler iſt in Fig. 1 und 2 bei *i* und in Fig. 5 bei *abcb* abgebildet. In letzterer ſtellen *a*, *a*, *a*, *a* ſtarke eiſerne Stangen vor, welche durch kupferne Krampen geſteckt, und an die Seitenwände des Dampfkühlers feſt geniethet und gelöthet ſind; ſie dienen, zu verhindern, daſs dieſe Seitenwände nicht durch den Druck des umher befindlichen Waſſers zuſammengedrückt werden, und ſind mit ihren Enden an die Hölzer *bb* feſt genagelt. Die obere Oeffnung *c*, welche mit einem Pfropfen verſtopft und verkleiſtert wird, ſo wie die Eingangs- und Ausgangsöffnungen für die Dämpfe, *C* und *G*, dienen, den Dampfkühler überall zu reinigen. Fig. 6 ſtellt einen horizontalen Durchſchnitt deſſelben, durch die Ebene *DC*, und Fig. 7 einen ſenkrechten Durchſchnitt durch die Ebene *EF*, (Fig. 5,) vor. Im Kühlfaſſe wird der Dampfkühler zwiſchen zwei Bretter befeſtigt. Ob er völlig waſſerdicht iſt, unterſucht man durch Waſſer, das man zum Dampfleiter, wie durch einen Trichter hineingieſst. Doch müſſen dabei die Seiten des Dampfkühlers einen Gegenhalt haben, damit ſie ſich nicht aus einander begeben. Daſs er vom Waſſer im Kühlfaſſe nicht zu-

sammengedrückt wird, verhindern die gegen einander passenden Riffeln, die sich auf dessen langen Seiten befinden. Dampfleiter und Dampfkühler von meiner Einrichtung sind auf hiesiger Kronbrennerei für Blasen, die über 850 Kannen hielten, sowohl beim Drank- und Lutterbrennen als beim Aufklären, mit Vortheil versucht worden.

Das *Kühlfass A*, Fig 5, und *Q*, Fig. 1, 2, worin der Dampfkühler ringsum von Wasser umgeben steht, ist aus Brettern zusammengeschlagen, und wird am schicklichsten ausserhalb der Brennerei gestellt, wie in Fig. 1, 2, um das Gepläntscher, die Dämpfe und die Fäulniss desselben innerhalb zu vermeiden. Je gröfser man es nimmt, desto besser; zum wenigsten mufs es so grofs seyn, dafs man während des Brennens das Kühlwasser nicht umzugiefsen braucht. Das Kühlwasser kömmt mitten im Boden desselben, von unten, mittelst der kupfernen Röhre *d*, (*w*, Fig. 1, 2,) hinein, vertheilt sich im Aufsteigen um den Dampfkühler, verschluckt aus ihm die Wärme, und fliefst dann aufwärts zu beiden Seiten wieder aus den Röhren *r* oder *s* hinaus. Der hoch stehende Behälter *R*, Fig. 1, 2, führt das kalte Wasser dem Kühlfasse und auch dem Maischhause, letzterm durch die hölzerne Röhre *S*, zu, und das Kühlfass ist so hoch, dafs das zu oberst durch die Röhre *r* ablaufende warme Wasser, mittelst eines seitwärts eingesetzten Trichters, sich in den Maischbottich leiten

lässt,

läfst, um ihn auszuſpülen, oder auch zum erſten Einweichen. (Zur Erhitzung der Maiſche dient aber das kochende Waſſer aus dem Gefäſse *K*.) Durch eine tiefer angebrachte Abzugsröhre *s* kann die *Pfanne* aus dem Kühlfaſſe mit warmen Waſſer gefüllt werden. Das Waſſer, welches aus der Röhre *r* abtröpfelt, fällt gerade auf den *Dampfleiter*, und dieſer iſt mit Lumpen bewunden, damit dadurch zur Abkühlung der Dämpfe beigetragen werde. Ein an den Dampfleiter angelötheter Kragen verhindert, daſs dieſes Waſſer der Lutirung nicht ſchade, und was vom Dampfleiter wieder herabtröpfelt, fängt die *flache Röhre t* auf, und leitet es aus dem Brennhauſe.

Die um das Kühlfaſs punktirten Linien Fig. 1, 2, zeigen die Gröſse, die es haben müſste, falls man es niedriger wünſchte, damit ein an den obern Boden des Dampfkühlers angeſetzter Hals, in den man den Dampfleiter ſteckte, über den Rand des Kühlfaſſes hinausgehen könne, um durch ihn den Kühler zu reinigen, ohne ihn aus dem Waſſer zu heben. Die *Bucht u* im Kühlfaſſe beſteht aus zwei hölzernen Gittern, die mit Haken an den Seiten des Kühlfaſſes feſt gehalten werden. Braucht man zur Abkühlung Eis, ſo füllt man es da hinein, damit das frühere vom ſpäter eingelegten niedergedrückt werde. Für Blaſen von weniger als 50 Kannen, iſt ein Tonnenfaſs zum Kühlfaſſe hinlänglich groſs, beſonders

wenn Eis oder Schnee zum Abkühlen gebraucht wird.

Eine *kupferne Röhre kkk*, Fig. 1, 2, führt den im Dampfkühler condenſirten Vorbrand, Lutter oder Spiritus, aus dem Dampfkühler wieder in die Brennerei zurück ins loſe Gefäſs *O*, oder noch beſſer mittelſt daran geſetzter Röhren *ll*, in die in den Fuſsboden eingemauerten Gefäſse *LL*, aus welchen ſich der Vorbrand oder Lutter mittelſt einer *kupfernen Pumpe q* wieder in die Pfanne, und der Spiritus in Tonnen u. ſ. w. heben läſst. Die Röhre *kk* iſt nahe am Kühlfaſſe mit Oehren verſehen, und wird an demſelben durch Haken feſt gehalten.

Damit nicht bei zu ſtarker Feuerung oder Ueberheizung Weingeiſtdämpfe verlohren gehen, habe ich die Geräthſchaft mit einer eignen Vorrichtung bereichert, die ich *den Dampfbewahrer* nenne, und die an das Ende der Röhre *kk*, welche aus dem Dampfkühler geht, angeſteckt wird. Man ſieht ſie Fig. 8 nach einem viermahl gröſsern Maaſsſtabe gezeichnet. Die Röhre *a* wird auf die Röhre *k*, Fig. 1, geſteckt, doch nicht eher, als bis die Blaſe zu rinnen anfängt, und mittelſt Haken, welche in die Oeſen *e* eingreifen, daran feſt gehalten. Sie geht in die Büchſe *b*, bis nahe an den Boden derſelben herab, und dieſe Büchſe wird bis an den untern Rand der Auslaufsröhre *c* mit Branntwein gefüllt. Die noch nicht condenſirten Dämpfe, welche auf

dieſe Art durch den kalten Branntwein in der Doſe ſteigen müſſen, verdichten ſich darin ſicher, und ſo wird aller ſchädlichen Verdünſtung vorgebeugt. Die Röhre *d* dient, den Geruch des Dampfes zu unterſuchen; ſie wird während des Ueberziehens verſtopft gehalten. *)

* * *

Nach den hier angegebenen Gründen und auf die beſchriebene Art habe ich mehrere Brennereien mit vielem Vortheile angelegt, beſonders eine in Weſtmannland, (nach der die Zeichnung Taf. VI gemacht iſt,) wo aus gemiſchtem Malze und Gerſte, die in einer Feuersbrunſt beſchädigt worden waren, und woraus man ſonſt nur 10, höchſtens 12 Kannen per Tonne übergetrieben hätte, 14 bis 15 Kannen Branntwein aus der Tonne erhalten, und zu 4 Tonnen nicht mehr Feuerungs-Materialien, als ſonſt

*) Alle dieſe Werkzeuge können auch bei kleinern tragbaren Deſtillirblaſen angebracht werden, die, wenn nur die Maiſchung gehörig behandelt wird, eben ſo viel Branntwein als die groſsen geben müſſen. Für den erfahrnen Brenner ſind der Wächter und der Wärmemeſſer minder wichtig. Bei kleinern Blaſen wird die Oeffnung nur mit einem hölzernen Deckel zugemacht, worin ein Loch für den Dampfleiter iſt, der freilich bei jeder neuen Füllung herausgenommen werden muſs. *N.*

bei einer Tonne verbrannt wurden. Seitdem das Branntweinbrennen, unglücklicher Weise, ein nationelles Geschäft geworden ist, bleibt dem Privatmanne nichts übrig, als dazu beizutragen, dafs darauf die mindest mögliche Menge Kupfer, Korn, Holz, Zeit und Arbeit verwendet werde. Nach der bisher allgemein gebräuchlichen Weise, zu brennen, werden nur 12, höchstens 16 Kannen Branntwein aus der Tonne erhalten, und so werden jährlich 2 bis 300000 Tonnen verbrannt. Welcher Gewinn für den Staat, wenn auch nur $\frac{1}{4}$ an Korn, und noch mehr an Zeit, Arbeit und Feuerung erspart wird! Nach den bisherigen Versuchen haben aber die von mir erdachten Werkzeuge zum Branntwein-Destilliren, vor den gewöhnlichen folgende Vorzüge:

1. Wiegen sie an Kupfer nur $\frac{1}{2}$, höchstens $\frac{2}{3}$ so viel als die alte Geräthschaft, sind leichter zu verfertigen, und dennoch dauerhafter.

2. Geben sie, wenn der *Klärungs-Dampfkühler* inwendig verzinnt ist, gesundern Branntwein, besonders da meine Dampfkühler inwendig leicht gereinigt werden können. Auch ist der Dampfkühler, der nur aus 7 bis 8 Stücken besteht, und nicht mehr als 1, höchstens 3 Löthungen längs seiner Seiten hat, weit leichter als eine Schlange auszubessern, und allenfalls kann ein Leck im Kühlfass selbst ausgebessert werden, ohne ihn herauszunehmen.

3. Erfordern meine Geräthſchaften mindern Aufwand an Feuerung, auch weniger Waſſer zum Abkühlen.

4. Sie ſind ſicherer und bequemer im Gebrauche; und tragen vieles dazu bei, den ſchlechten Geſchmack des Branntweins, durch das ſogenannte Anbrennen, zu verhindern.

5. Gehn dabei weniger Dämpfe im Aufkochen und Abrinnen verlohren, wodurch man mehr Branntwein erhält.

VIII.

ERFINDUNGEN

des Bürgers PAJOT - DESCHARMES, *Directors der Spiegel - Manufactur von Tourlaville bei Cherbourg.* *)

Soudage. Descharmes vereinigt 1. Stücke Spiegelgläser, die durch gewöhnliche oder sternförmige, gerade oder krummlinige Brüche entstanden, und meist ohne allen Werth sind; 2. mehrere kleine Spiegel zu einem grosen, ohne schädliche, die Strahlen brechende und die Bilder verzerrende Fugen, dessen Werth noch einmahl, oder selbst viermahl so hoch, als der Werth der einzelnen vereinigten Spiegel ist.

Débouillonnage. Er macht eine Menge länglicher oder runder Bläschen verschwinden, womit manche Spiegelgläser so überdeckt sind, dass sie sich nicht verkaufen lassen.

Décolorage. Er benimmt den Spiegeln den unangenehmen violetten Teint, der den Verkauf hin-

*) *Journal de Physique*, tome 6, p. 305, aus einer dem National - Institute vorgelesenen Abhandlung des Erfinders *sur le soudage, le débouillonnage, le décolorage et le laminage des glaces*, und aus dem Berichte der Bürger Darcet, Guyton und Chaptal, welchen die Untersuchungen dieses eben so interessanten als neuen Kunstzweigs übertragen war. *d. H.*

dert, und giebt ihnen dafür einen mehr gefälligen und modischen.

Laminage. Diese hat drei wichtige Vortheile. 1. Sie ergänzt die Löthung, macht sie haltbar, und kann selbst alle Spuren derselben verwischen. Dies zeigt sich, wenn man einen Spiegel, der blos gelöthet ist, mit einem, der nach dem Löthen noch laminirt ist, vergleicht. In dem letztern war die Fuge zwischen den vereinigten Stücken kaum zu sehn, und in einem andern selbst an einer Stelle ganz verschwunden. 2. Zerstört sie eine Menge Bläschen, die sich beim blosen Löthen noch erhalten haben, rundet die länglichen ab, die ihr, weil sie zu tief in das Glas hineingehn, widerstehen, und verkleinert ihre Oberfläche. 3. Sie vergrösert die Länge und Breite der Spiegel, so weit es die Dicke derselben zuläst. Ein Spiegel, der vorgewiesen wurde, war von 0,38 und 0,30 bis auf 0,48 und 0,38 ausgelaufen, wodurch der Preis desselben verdoppelt wurde.

Solidité du Soudage. Die Löthung wird haltbarer als die Spiegelmasse selbst. Als man die gelöthete Fuge auf eine scharfe Unterlage legte, und den Spiegel zu beiden Seiten derselben drückte, brach er nicht in der Fuge, sondern nebenbei, wie ein beiliegender, aus einem hellen und dunkeln Glase zusammengelötheter, Spiegel bewies.

Auf Antrag der Commissairs zur Untersuchung dieses neuen Kunstzweigs, empfahl ihn das Natio-

nal-Institut ehrenvoll dem Minister des Innern, und liefs die Probestücke von Spiegeln, welche als Belege dem Institute zugleich mit der Abhandlung waren vorgelegt worden, öffentlich unter den Producten der französischen Industrie ausstellen, und dann in seiner Kunstsammlung niederlegen. Die Proben fanden den ganzen Beifall des Pariser Publikums.

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

eines Hygrometers, welches auf richtigern Grundſätzen als alle bisherigen beruht, und eines neuen Photometers,

von

JOHN LESLIE
in London. *)

Derſelbe Gedankengang führte mich auf dieſe beiden Inſtrumente, die in ihrer Geſtalt ſich gleich, im Gebrauche aber verſchieden ſind. Die Grund-

*) Aus Nicholſon's *Journal of Nat. Philoſ.*, Vol 3, p. 461 — 467 und p. 518. Leslie ſchrieb dieſen Aufſatz im Juli des vorigen Jahrs zu Hamburg, in der Abſicht, ihn in den gelehrten Zeitſchriften Deutſchlands bekannt zu machen, (dieſes iſt, ſo viel ich weiſs, nicht geſchehn; in den Annalen der Phyſik, für die er ganz eigentlich paſste,

sätze, denen gemäfs sie eingerichtet wurden, haben sich durch die Erfahrung vollkommen bewährt, setzen aber, wenn man sie deutlich entwickeln soll, verschiedene schwierige und wichtige physikalische Untersuchungen voraus, für die beide Instrumente auf das glücklichste berechnet sind. Da ich sie für eine schätzbare Vermehrung unsers physikalischen Apparats hielt, liefs ich mir ihre Vervollkommnung sehr angelegen seyn, und durch ausdauernden Fleifs ist sie meinen Wünschen gemäfs gelungen. Ich halte es daher für Pflicht, diese Instrumente ohne weitern Verzug dem Publiko bekannt zu machen. Die ganz neuen Untersuchungen und Beobachtungen aber, die ich mittelst ihrer angestellt habe, werde ich hier nicht beschreiben, weil sie zu weitläuftig sind, und einen Theil des Werkes ausmachen werden, das ich in Kurzem der Presse zu übergeben denke, und das, wie ich hoffen darf, eine Menge neuer Ansichten in der Physik öffnen wird. Gegenwärtig will ich nur ganz kurz den Gang der Ideen angeben, die mich auf die Erfindung dieser beiden Instrumente leiteten; die Art, wie sie zu verfertigen sind, auf das genaueste beschreiben, und im Allgemeinen die

würde ich ihm gern eine Stelle eingeräumt haben,) und sah ihn, bevor er englisch gedruckt wurde, nochmals durch. Ist Alles, was Leslie von seinem Instrumente und den Beobachtungen damit aussagt, der strengen Wahrheit gemäfs, so würden seine Entdeckungen zu den wichtigsten in der Physik gehören. *d. H.*

Unterſuchungen erwähnen, für die ſie durch ihre Empfindlichkeit und ihren bequemen und leichten Gebrauch beſonders geſchickt ſind.

Die Lectüre der ſehr ſcharfſinnigen *Theorie des Regens*, welche wir dem ſel. D. Hutton verdanken, *) richtete meine Aufmerkſamkeit zuerſt auf die *Hygrometrie*. Die Verwandtſchaft der Luft zur Feuchtigkeit, in ſo fern ſie durch die Wärme verſchiedentlich modificirt wird, erkannte man bald als ein ſehr wichtiges Agens in der Oekonomie der Natur; nur fehlte es an Mitteln, den jedesmahligen Zuſtand der Atmoſphäre in dieſer Hinſicht zu beſtimmen. Bei der Unvollkommenheit, faſt möchte ich ſagen, der gänzlichen Untüchtigkeit, der Inſtrumente, die man bisher zu dieſem Endzwecke erdacht hat, überzeugte ich mich bald, daſs ſich ihre Einrichtung *auf willkührliche Annahmen, ja auf ganz irrige Hypotheſen ſtütze*. Ich gab daher alle die Kunſtmittel auf, durch die man bisher zu Hygroſkopen zu gelangen ſuchte, und forſchte nach andern Grundſätzen, um, wo möglich, auch in dieſem Theile der Phyſik mathematiſche Genauigkeit einzuführen, durch welche allein ſich wahre Wiſſenſchaft begründen läſst. Eine Prüfung deſſen, was vorgeht, wenn die Luft auf eine feuchte Oberfläche einwirkt, ſchien mir hierzu die beſten Ausſichten zu verſprechen.

*) Ueberſetzt aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.*, Vol. 1, 1788, 4., in Gren's *Journal der Phyſik*, Band 4, S. 413.

Es ist bekannt, dass die Verdünstung Kälte hervorbringt; aber die Natur dieses Prozesses und die wahren Bedingungen, die diese Wirkung bestimmen, sind noch nicht erforscht. Wasser, das der freien Luft ausgesetzt wird, leidet durchs Verdünsten einen fortdauernden Verlust, muss also auch beständig einen entsprechenden Antheil Wärme verlieren, und die Temperatur der feuchten Masse müsste sich auf diese Art fortschreitend und ohne Grenzen vermindern. Dieses ist aber nicht der Fall, da die erzeugte Kälte nie gewisse Grenzen überschreitet. Offenbar muss also die verdünstende Masse zuletzt aus einer andern Quelle wieder Wärme *empfangen*, und zwar in eben dem Grade, wie sie ihre eigne *verliert*. Die Art, wie dieses geschieht, ist nicht schwierig einzusehen. Jeder Antheil Luft, der, indem er sich mit Feuchtigkeit schwängert, die Oberfläche des Wassers berührt, muss bis auf denselben Grad, den diese hat, abgekühlt werden, und also sein Uebermaass an Wärme der Wasserfläche abtreten. Da nun der immer wiederhohlte *Wärmeverlust* des Wassers durchs Verdünsten stets gleich gross ist, so muss, (wegen zunehmender Temperatur-Verschiedenheit des Wassers und der Luft,) die Wärmemenge, welche dagegen das Wasser aus der mit Feuchtigkeit sich schwängernden Luft *erhält*, beständig zunehmen, bis endlich diese Zunahme jenem Wärmeverluste das Gleichgewicht hält, da denn die Temperatur der feuchten Oberfläche sich unverändert auf dem Punkte erhält, bis zu welchem sie

bis dahin hinabgesunken ist. Jeder Antheil Luft aber muss, indem er sein Uebermaass an Wärme abtritt, so viel Wasser auflösen, als zu seiner Sättigung gehört, mithin eine Quantität Wärme wegnehmen, welche dieser Feuchtigkeit proportional, und nöthig ist, sie in Gasgestalt und in Verbindung mit der atmosphärischen Luft zu erhalten. Da diese beiden wirkenden Ursachen zuletzt einander gleich werden, so kann die eine der andern zum Maalse dienen, und folglich *die durchs Verdünsten erzeugte Kälte genau die Trockenheit der Luft, und den Grad, um welchen sie vom Sättigungspunkte absteht, messen.* Die Wirkung dieses Prozesses hängt, wie man hieraus sieht, lediglich von der Beschaffenheit der Luft ab, und wird durch Bewegung oder oftmahliges Erneuern der sich berührenden Oberflächen nicht im mindesten modificirt. Diese Mittel können nur den Zeitpunkt des Gleichgewichts beschleunigen, gerade so wie Thermometer, die ihren Stand ändern, im Winde eher als bei stiller Luft auf den gehörigen Grad kommen, ohne dass dieser doch in beiden Fällen verschieden wäre.

Man bemerke, dass dieses ganze Raisonnement von aller Hypothese unabhängig ist. Auf was für eine Art auch der Prozess des Verdünstens vor sich gehn möge; unser Hauptschluss bleibt immer richtig giebt man nur zu, dass das Zuführen der Wärme und das Auflösen der Feuchtigkeit gleichzeitige Wirkungen sind. Selbst, wenn man es als möglich annehmen wollte, dass die Luft in völliger Ruhe um

die feuchte Maſſe ſchwebend bliebe und die Feuchtigkeit ſich durch die an einander grenzenden Schichten derſelben durchzöge, bliebe das Reſultat unverändert, ſofern nur auch die Wärme ſich durch daſſelbe Medium fortpflanzte. In der That aber wird die Luft, ſo wie ſich ihre Elaſticität beim Aufnehmen der Feuchtigkeit vermehrt, ſchnell von einer andern Luft-Portion, die an ihre Stelle tritt, verdrängt, und ſo eine beſtändige Circulation in der Luft bewirkt.

Um die Trocknifs oder Feuchtigkeit der Luft zu erfahren, hat man daher weiter nichts nöthig, als *die Temperatur-Veränderung einer iſolirten, von allen Seiten der Verdünſtung ausgeſetzten Waſſermaſſe zu beobachten.* Dieſen Grundſatz ſtellte ich zuerſt im Jahre 1790 auf. Meine damahlige Lage gab mir Alles, was ich nur wünſchen konnte, an die Hand, ihn wirklich in Anwendung zu bringen. Ich lebte bei dem ſel. Wedgwood, deſſen Talente und Eifer für die Vervollkommnung der Wiſſenſchaften mich nicht wenig in meinen Bemühungen anſpornten, und deſſen berühmte Manufaktur ich dabei benutzte.

Ich verſchaffte mir einen kleinen Becher aus unglaſirtem Biscuit, welches ganz porös und faſt ſchwammartig, (*bibulous*,) iſt, in der Gröſse und Geſtalt eines Tauben-Eies, hing ihn an einem Seidenfaden frei auf, und füllte ihn mit Waſſer. Daneben wurde ein ſehr kleines empfindliches Thermometer angebracht, deſſen Theilung bis auf Zehntel-

grade ging, und mittelst einer besondern Einrichtung den Unterschied zwischen dem anfänglichen und dem nachherigen Stande angab. Wurde es in den Becher eingetaucht, so fiel das Queckſilber schnell und bezeichnete an der Skale die Temperatur-Verminderung, die das Wasser durch Verdünstung erlitten hatte; mithin auch den Grad der Trocknis der umgebenden Luft. Dieses doppelte Instrument entsprach beim Gebrauche seiner Bestimmung vollkommen, und ich habe mich seiner zwei Jahre hindurch häufig bei meteorologischen Beobachtungen und andern Untersuchungen bedient. — Doch blieb ich damit nicht ganz zufrieden, weil es zu sehr zusammengesetzt war und viele Aufmerksamkeit beim Gebrauche erforderte.

Die *Zunahme in der Elasticität der Luft*, wenn sie Feuchtigkeit auflöst, bot mir ein anderes Hülfsmittel dar, den Grad ihrer Feuchtigkeit zu bestimmen. Ihre Elasticität zu messen, diente mir ein einfaches Instrument, welches seinem Endzwecke in nicht minderm Grade als das vorige entsprach, und das, brauchte ich es gleich in der Folge nicht mehr zu dieser seiner anfänglichen Bestimmung, mir doch vom grösten Nutzen war, um die kleinen Veränderungen im Volumen chemisch sich verbindender Massen zu entdecken, die sich mit keinem andern Instrumente so beobachten lassen.

Im strengen Winter von 1795 hatte ich die Gelegenheit wahrgenommen, Versuche über die Verdünstung des Eises und über die Kälte, welche da-

bei entſteht, anzuſtellen. Statt das Thermometer in einen Eisklumpen zu befeſtigen, bedeckte ich die Kugel deſſelben mit einer Eiskruſte, indem ich ſie wiederhohlt mit Waſſer beſprengte und dieſes frieren liefs; zugleich war in derſelben Lage ein zweites correſpondirendes Thermometer mit unbedeckter Kugel angebracht. Mit Erſtaunen bemerkte ich, wie ſchnell und gleichmäſsig der Unterſchied in beider Stand ſein Maximum erreichte, indem die Verdünſtung eines kleinen Eishäutchens hinreichend war, die ganze Maſſe des eingeſchloſſenen Queckſilbers bis auf den feſten Grad, (*to its proper ſtandard*,) zu erkälten. Bedenkt man indefs, wie auſserordentlich viel Wärme dazu gehört, einen verhältniſsmäſsig nur kleinen Theil einer verdünſtbaren Subſtanz in Gasgeſtalt umzuwandeln, *) ſo wird dieſes begreiflich.

Da, nach dem Vorigen, zwei Thermometer, die mit irgend einer expanſibeln Flüſſigkeit, es ſey mit Queckſilber, oder Alkohol, oder Luft, angefüllt ſind, wenn die Kugel des einen benetzt wird, während die des andern trocken bleibt, durch die Verſchiedenheit ihres Standes die Beſchaffenheit der Luft in Abſicht der Feuchtigkeit angeben; ſo ſchien mir zu einem vollkommenen *Hygrometer* weiter nichts

*) In einer Waſſermaſſe wird durch die Verdünſtung von weniger als dem ſooſten Theile ihres Gewichts eine Kälte von einem Grade der hunderttheiligen Skale hervorgebracht. L.

nöthig, als zwei correſpondirende Thermometer ſo mit einander zu verbinden, daſs ſie weiter nichts als den Unterſchied in ihrer Temperatur anzeigten. Glücklicher Weiſe kam ich auf den Gedanken, zu dem Ende zwei hohle Glaskugeln mittelſt einer engen Röhre zu verbinden, und in dieſe ein wenig von einer gefärbten Flüſſigkeit zu füllen. Ohne Dazwiſchenkunft einer beſondern Urſache muſs dieſe Flüſſigkeit in Ruhe beharren; denn wenn die Temperatur, mithin auch die Elaſticität der Luft, in beiden Kugeln dieſelbe iſt, ſo muſs der Druck beider auf die Flüſſigkeit ſich genau das Gleichgewicht halten. Wenn aber durch die Einwirkung der äuſsern Luft auf die befeuchtete Oberfläche der einen Kugel, die Luft in dieſer kälter wird, ſo muſs nun, vermöge der gröſsern Elaſticität der wärmern Luft in der andern Kugel, die Flüſſigkeit nach jener zu gedrückt werden, ſo daſs es möglich ſeyn wird, die durch das Verdünſten bewirkte Erniedrigung der Temperatur durch die Annäherung der Flüſſigkeit an die erſtere Kugel zu meſſen. *) Dieſe Vorrichtung glückte mir auf das beſte; wiederhohlte Verſuche belehrten mich über die vortheilhafteſte Geſtalt und Gröſse derſelben; und während dieſer

*) Dies ſetzt voraus, daſs bei gleichen hinzukommenden Wärme-Quantitäten die Luft ſich gleichförmig ausdehnt; eine Vorausſetzung, die zwar nicht in aller Strenge richtig iſt, jedoch weit weniger von der Wahrheit abweicht, als manche behauptet haben. Die Verſuche ſtimmen nicht einmahl darin

Verſuche kam ich auf die Entdeckung des nachher zu beſchreibenden *Photometers*. In der Folge traf ich noch eine Veränderung in der Einrichtung dieſes Inſtruments, um es bequem tragbar zu machen, und dieſes glückte mir zuletzt ſo, daſs, wenn es einmahl adjuſtirt iſt, es durch unvorſichtige Behandlung ſchwerlich in Unordnung gerathen kann.

Noch kam es darauf an, eine gefärbte Flüſſigkeit ausfündig zu machen, die ihre Farbe unverändert beibehielt, und die bei keiner Veränderung der Temperatur weder durch Aufnehmen noch Abtreten von Feuchtigkeit die Elaſticität der durch ſie verſchloſſenen Luft modificirte. Eine mit Karmin gefärbte alkaliſche Lauge ſchien mir anfangs dieſer Forderung am beſten zu entſprechen; ich fand aber, daſs ſie bei ſtarkem Lichte allmählig ihre Farbe veränderte, und ſich zugleich etwas nach der Kugel hin bewegte, der ſie die gröſste Oberfläche darbot. Da mir dieſes ein Beweis ſchien, daſs der Sauerſtoff der eingeſchloſſenen Luft ſich mit dem färbenden Stoffe vereinige und damit einen Niederſchlag bilde; ſo füllte ich die Kugeln ſtatt mit gemeiner Luft, mit *Waſſerſtoff-Gas*. Und dieſes ſcheint meiner Erwartung vollkommen zu entſprechen; denn nach den

überein, ob dieſe Ausdehnungen eine auf- oder abſteigende Reihe bilden. Auf jeden Fall wird aber in der engen Röhre dieſe Abweichung von einem gleichförmigen Gange ganz und gar unmerklich.

L.

Verſuchen, die ich beinahe ſeit zwei Monaten in der helleſten Jahreszeit angeſtellt habe, glaube ich mit Zuverläſſigkeit auf die Dauerhaftigkeit der Farbe rechnen zu dürfen. *)

Ich will nun das *Hygrometer* ſelbſt beſchreiben, und zwar ſo, daſs jeder Kunſtverſtändige im Stande ſey, es nach dieſer Anweiſung zu verfertigen. Ueberdies iſt es in Fig. 1, Taf. VI, in ſeiner wahren Gröſse abgebildet.

An das eine Ende einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre, von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmeſſer, wird eine Kugel von ſchwarz, blau oder grün gefärbtem Glaſe, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, angeblaſen, und die Röhre ſo einwärts gebogen, daſs der hinterſte Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächſt liegenden geradlinigen Seite der Röhre ſteht. Eine zweite, etwas kürzere, Röhre, die mit der vorigen

*) Beſſer wäre es unſtreitig, lieſsen ſich die Kugeln mit atmoſphäriſcher Luft füllen, und fände ſich eine Säure oder ein flüſſiges Alkali, welches ihr weder Feuchtigkeit mittheilte noch entzöge, und das bei der vereinigten Wirkung des Lichts und des Sauerſtoffs ſeine Farbe unverändert behielte. Wenigſtens möchten Metall-Auflöſungen dieſe Eigenſchaft haben. Kürzlich verſuchte ich Indigo in Schwefelſäure aufgelöſt; es ſchien ganz gut zu gehn, doch läſst ſich im Winter-Solſtitio und bei dem trüben Himmel Londons nicht ſchlieſsen, was ſtarkes Licht bewirken möchte. *L.*

eine gleiche, oder eine etwas gröfsere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende so cylinderförmig erweitert, dafs dieses cylindrische Behältnifs gerade so viel von einer Flüfsigkeit in sich fafst, als die ganze erste längere Röhre, und über dieser Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel, von gleicher Gröfse mit der vorigen, aber von weifsem klaren Glase, angeblasen. Am entgegengesetzten Ende werden beide Röhren etwas erweitert, damit man sie hier desto leichter an einander schmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Wasserstoff-Gas, und zwar ist es eine der einfachsten Füllungs-Methoden, jede Röhre in eine enghalsige Flasche voll Wasserstoff-Gas mit Wachs einzukleben, und nun die Kugel an der Flamme eines Lichts 2- oder 3mahl zu erhitzen und wieder kalt werden zu lassen. Man taucht alsdann die kürzere Röhre in eine mit Karmin gefärbte Pottaschen-Auflösung, und treibt aus ihr mittelst der Wärme der Hand einige Blasen Wasserstoff-Gas, so dafs sie sich beim Abkühlen mit einer gehörigen Menge von Pottaschen-Lauge füllt. Die offnen Enden der beiden Röhren werden hierauf getrocknet, allmählig erwärmt und vorm Löthrohre beide Röhren geradlinig an einander geschmolzen. Indem man mittelst der Wärme der Hand das Gas aus einer Kugel in die andere treibt, verrückt man die Flüfsigkeit leicht, so dafs die obere Fläche derselben in die Mitte der längern Röhre zu stehen kömmt. Das ganze Instrument wird dann in einer verschlossenen Stube an die gefärbte Kugel aufgehängt, an die

längere Röhre eine Interims-Skale befeſtigt, und die untere Kugel in ein Gefäſs mit Waſſer getaucht. Gieſst man kaltes Waſſer zu, ſo fällt die obere Fläche der Flüſſigkeit bis nahe an den Punkt, wo die beiden Röhren zuſammengeſchmolzen ſind; gieſst man dagegen warmes hinzu, ſo ſteigt ſie bis nahe an die obere Kugel. Der Unterſchied dieſer beiden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemeſſen, und wonach der von der Flüſſigkeit in der Röhre durchlaufene Raum eingetheilt wird, giebt die Gröſse eines Grades. *) Ich bediene mich hierbei der Celſiusſchen, oder hundertgradigen Thermometer-Skale, weil ſie die natürlichſte und bequemſte iſt, ſo daſs alſo jeder Grad des Hygrometers dem *tauſendſten* Theile des Zwiſchenraums zwiſchen dem Gefrier- und Siedepunkte entſpricht. Darauf wird die ganze Flüſſigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichtes allmählig gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berührt, ſo daſs

*) Hat man ein Richt-Inſtrument einmahl verfertigt, ſo laſſen ſich die andern leichter, wiewohl nicht ſo genau, durch Vergleichung mit demſelben graduiren. In einer trocknen Stube mag man ſie immer als Hygrometer brauchen. Bei heiterm und ruhigem Wetter iſt es aber vorzüglicher, ſich ihrer als Photometer zu bedienen, und ſie ganz allein den geraden Strahlen der Sonne, wenn ſie etwas über dem Horizonte erhaben iſt, auszuſetzen. Andere Hülfsmittel bieten ſich von ſelbſt dar. L.

sie $\frac{3}{4}$ Zoll weit unterhalb der ersten etwas herabgebeugten Kugel zu stehen kömmt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigstens von 50° bis 150° gehn muss, und klebt sie mit einer Mischung aus Colophonium und Wachs zwischen den beiden Röhren fest. *)

Um das Instrument zu adjustiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die obere Fläche der Flüssigkeit am Anfangspunkte der Skale steht. Die untere Kugel und den darunter befindlichen Cylinder umwindet man mit dünner Seide von derselben Farbe, welche die obere Kugel hat; einige Fäden selbst noch um das daran stossende Stück der Röhre. Zuletzt küttet man das ganze Instrument in ein Stück Holz, das an beiden Enden cylindrische Behälter hat, um es zu schützen oder zu halten.

*) Wenn die Temperatur der Stube sich während der Beobachtung verändert, so muss dies mit in Anschlag gebracht werden. Erlaubt es die Jahrszeit, so bedecke man die obere Kugel mit Schnee; hierdurch wird die Graduirung sicherer. Nach Vollendung des Instruments bedarf es noch einer kleinen Correction, weil nach dem Biegen der kürzern Röhre der cylindrische Behälter, der zuvor zu unterst war, dann zu oberst steht. Es bedeute n die Weite dieses Cylinders in Vergleichung mit der Oeffnung der Röhre, und a die Länge von 100 Graden des Hygrometers in englischen Zollen; so muss man diese Länge vor der Graduirung um den $\frac{a}{8n}$ Theil verkleinern; eine Formel, die leicht zu entwickeln ist. (?) L.

Oder man ſteckt das Hygrometer in die Höhlung eines runden Fuſsgeſtelles, worin es ſenkrecht ſteht.

Eine leichtere Methode, das Inſtrument zu graduiren, nachdem die Röhre ſchon gehörig gebogen iſt, fiel mir erſt ſpäter ein, als dieſer Aufſatz ſchon geſchrieben war. *) Man befeſtige die zu graduirenden Inſtrumente in einer kleinen Entfernung eins vom andern, das Richt-Inſtrument in der Mitte, ſo mit weichem Kitte auf den Boden eines kleinen Napfs, (saucer,) daſs ſie darin ſenkrecht ſtehn, verſehe ſie mit Interims-Skalen, und ſetze den Napf auf einen glatten irdenen Teller. Dann nehme man einen langen Glas-Recipienten, gieſse etwas concentrirte Schwefelſäure hinein, ſchwenke ihn hin und her, bis damit die ganze innere Fläche befeuchtet iſt, und ſtürze ihn dann auf den Teller über die Inſtrumente, indem man zugleich einige Tropfen Schwefelſäure um ſeinen untern Rand gieſst. Dadurch wird die Luft im Recipienten ſehr ſchnell auf eine Trockenheit von 50° bis 60° gebracht, und darin ohne ſichtbare Veränderung eine volle viertel- oder halbe Stunde erhalten; ſo daſs man Zeit hat, das gegenſeitige Verhältniſs der Skalen mit aller Präciſion zu bemerken. Das Richt-Inſtrument läſst ſich zuvor mittelſt zweier empfindlicher Thermometer, deſſen Eine Kugel mit feuchtem Löſchpapiere bedeckt wird, graduiren. Und ſo,

*) Leslie trägt ſie in Nicholſon's *Journ.*, Vol. 3, pag. 519, nach. d. H.

sollte ich denken, müsste selbst ein ganz gewöhnlicher Künstler dieses Instrument richtig verfertigen können. Noch muss ich hinzufügen, dass, wenn das Instrument zum Hygrometer dienen soll, es besser ist, beide Kugeln aus hellem, farbenlosem Glase zu blasen, und die untere mit einem Stückchen Goldschlägerhaut zu bedecken.

Im Frostwetter, wenn die untere Kugel mit einer darum gefrornen Eiskruste umgeben ist, durchläuft, bis zu demselben Grade von Trockenheit der Luft, die Flüssigkeit auf der Skale einen grösern Raum als sonst, weil die Verdünstung zuvor das Eis in Wasser, und dann erst dieses in Gasgestalt verwandelt. Der erstere Prozess verschluckt 75°, der letztere 524° Wärme nach der hunderttheil. Skale, daher dann die einzelnen Theile der Skale nach dem Verhältnisse von $75 + 524 : 524$, d. h. von 8 : 7 grösser werden müssen. Um daher im Frostwetter den wahren Grad von Trocknis zu finden, muss man von den auf der Skale angezeigten Graden den achten Theil abziehn. Lässt man die wässerige Hülle frieren, so fällt das Hygrometer am tiefsten, wenn man zugleich die obere Kugel mit der Hand berührt; sonst kann während des Frierens das Hygrometer in Unordnung kommen.

Dieses Instrument zeigt nicht blos die Trocknis der Luft an; es setzt uns auch in den Stand, die *absolute Quantität* Feuchtigkeit zu bestimmen, welche die Luft einzusaugen vermag. Denn bei Verwandlung des Wassers in Dampf werden 524 Grad Wärme

der

der hundertgradigen Skale verſchluckt; *) und da die Verdünſtung in ihren Wirkungen dieſem Prozeſſe ſo ganz analog iſt, ſo kann man annehmen, daſs auch bei ihr dieſelbe Wärmemenge verſchluckt werde. Hätte daher die Luft mit dem Waſſer gleiche Capacität für Wärme, ſo würde ſie für jeden Grad des Hygrometers ſo viel Wärme abſetzen, als ſie dem Waſſer beim Auflöſen einer Menge von Feuchtigkeit, die $\frac{1}{240}$ſtel ihres Gewichts beträgt, entzieht. Die Capacität der Luft verhält ſich aber zu der des Waſſers wie 11 zu 6, und nach dieſem Verhältniſſe müſste folglich die Verdünſtung ſich vermehren, um dieſelbe Wirkung hervorzubringen. Hieraus können wir ſchlieſsen, daſs für jeden Hygrometer-Grad die Luft, um völlig mit Feuchtigkeit geſättigt zu werden, $\frac{11}{6} \cdot \frac{1}{240}$ oder $\frac{1}{218}$ ihres Gewichts Waſſer auflöſen müſste.

Strenge genommen meſſen die Grade dieſes Hygrometers nicht die Trockniſs der Luft in ihrer jedesmahligen Temperatur, ſondern nur in Beziehung auf die Richt-Temperatur der naſſen Kugel, bei welcher die Gradation gemacht wurde. Da indeſs das Geſetz bekannt iſt, nach welchem bei zunehmender oder abnehmender Wärme das Vermögen der Luft, Feuchtigkeit aufzulöſen, ſich ändert; ſo iſt es leicht, aus der bekannten Trockniſs der

*) Dies iſt bis jetzt angenommen worden; doch hoffe ich jene Wärmemenge bald mit mehrerer Genauigkeit angeben zu können. *L.*

Luft in Beziehung auf Eine Temperatur, sie in Beziehung auf jede andere Temperatur zu finden. Es wird hinlänglich seyn, hier nur das Resultat einer Anzahl sorgfältiger Versuche zu erwähnen. Angenommen, dass die Luft beim Gefrierpunkte fähig ist, 50 Theile Feuchtigkeit in sich zu nehmen; so vermag sie bei 10° der hunderttheiligen Skale, 100; bei 20°, 200; bei 30°, 400 solcher Theile; also bei jeder Erhöhung von 10 Graden, das Duplum der vorhergehenden Feuchtigkeit in sich aufzunehmen. Berechnet man sich hiernach eine Tafel, so haben die Reductionen keine Schwierigkeit.

Um nichts zu übergehen, was zur Aufklärung der Theorie dieses Instrumentes dienen kann, muss ich noch erwähnen, dass die Luft bei der Berührung der feuchten Oberfläche nicht vollkommen bis zur anfänglichen Temperatur des Wassers abgekühlt wird. Die Temperatur der Luft und des Wassers treffen vielmehr in einem mittlern Punkte zusammen, der durch das zusammengesetzte Verhältniss ihrer Dichtigkeiten und Capacitäten bestimmt wird. Deshalb müssten alle Angaben des Hygrometers eigentlich noch um $\frac{11}{0} \cdot \frac{1}{350}$, oder um $\frac{1}{3172}$ vermehrt werden, welches aber viel zu wenig ist, um in Anschlag zu kommen.

Befeuchtet man die bedeckte Kugel des Hygrometers mit Aether, Alkohol, oder andern flüchtigen Stoffen, so lässt sich daraus die Anziehung der Luft gegen diese Stoffe, nach Verschiedenheit der Temperatur, des Drucks und der Trockenheit der Luft,

beſtimmen. Eben ſo leicht laſſen ſich ähnliche Beobachtungen über entgegengeſetzte Prozeſſe, (nämlich das Niederſchlagen der Feuchtigkeit,) anſtellen, wenn man die obere Kugel z. B. mit Schwefelſäure, Pottaſche oder mit einem andern zerflieſsenden Salze bedeckt. Und ſo eröffnet ſich ein weites Feld von Unterſuchungen, das Thatſachen umfaſst, die nicht nur an ſich richtig ſind, ſondern auch unſre Ideen über *chemiſche Verwandtſchaften* berichtigen und erweitern werden.

Mit Hülfe dieſes Hygrometers habe ich eine Menge *meteorologiſcher Beobachtungen* geſammelt, und die Natur des *Thaues*, ſeine Erzeugung und ſeine ſonderbaren Wirkungen auf die Metalle, auf Glas und auf Vegetabilien erforſcht. Was noch wichtiger iſt, ich habe damit die *Grade der Anziehung der Luft zur Feuchtigkeit nach Verſchiedenheit ihres Drucks und ihrer Wärme* ſorgfältig beſtimmt, und dieſe Unterſuchung auch auf die übrigen *Gasarten* ausgedehnt, wobei es mir geglückt iſt, die Reſultate auf wenige und einfache mathematiſche Geſetze zurückzuführen. Ich will gegenwärtig nichts weiter hinzufügen, als daſs ich dieſen Gegenſtand nun für ganz erſchöpft und unſre Kenntniſſe von den Modificationen der Atmoſphäre auf eine vollendete Wiſſenſchaft gebracht zu haben glaube.

* * *

Da ich das Hygrometer ſo umſtändlich beſchrieben habe, ſo bedarf es zur Erklärung des *Photome-*

ters nur weniger Worte. Es wird auf dieſelbe Art wie jenes verfertigt, nur muſs die obere Kugel aus ſchwarzem Glaſe geblaſen oder ſchwarz gefärbt werden, und die untere ganz durchſcheinend und frei von Flecken und Bläschen ſeyn. Die erſtere verſchluckt das auf ſie fallende Licht, während die letztere es ungehindert durchgehen läſst. Das Licht aber bringt, nach dem Verhältniſſe ſeiner Abſorbtion, Wärme hervor, es ſey nun, daſs es durch Vereinigung mit Körpern den Wärmeſtoff erſt bildet, oder daſs es im Acte ſeiner Verbindung die Wärme nur thätig macht. Obgleich die ſchwarze Kugel beſtändig neue Wärme zugeführt erhält, ſo wird doch ihre Temperatur nicht gleichförmig und beſtändig erhöhet werden, weil endlich die umgebende Luft die Wärme genau in dem Maaſse fortleitet, wie ſie ſich anhäuft. Daher wird das Fallen der Flüſſigkeit in der Röhre den momentanen Zufluſs des Lichts meſſen. Um die unregelmäſsigen Einwirkungen der Winde, die das Zerſtreuen der Wärme beſchleunigen könnten, zu hindern, wird das Inſtrument in ein cylindriſches, wohl abgerundetes, recht helles und hermetiſch verſchloſſenes Glasgehäuſe eingeſchloſſen, welches zugleich den wichtigen Nutzen hat, durch Hemmung der Circulation in der umgebenden Luft, (wodurch allein die beſtändig hinzukommende Wärme fortgeführt wird,) die Wirkung, (*performance*,) des Inſtrumentes zu verdoppeln. Die Weite dieſes Glas-Cylinders iſt ziemlich gleichgültig, nur muſs er um die Kugeln

herum, wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll und oberhalb wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll vom Photometer abstehn. Die Gröfse und Gestalt desselben sind von so wenig Einflufs, dafs ich in einem Recipienten von 2200 Zoll kaum um ein Zehntel weniger Wärme, als in einem Recipienten von der vorhin angegebenen Gröfse erhielt.

Ich verfertigte ein solches Photometer zuerst im Herbste 1797, und ich bin seitdem mit seiner Einrichtung und Empfindlichkeit immer aufserordentlich zufrieden gewesen. Es mifst nicht nur die directen Strahlen der Sonne, sondern auch das reflectirte Licht des Himmels, und für dieses ist es hauptsächlich bestimmt. Es ist für jede Veränderung in der Atmosphäre empfindlich, und zeigt die Zunahme und Abnahme des Tageslichtes und die periodische Vermehrung und Verminderung in der Lichtstärke, (*brightneſs*,) nach der Jahreszeit. Es setzt uns ebenfalls in den Stand, andere Lichtarten, z. B. die der Lichtflamme, zu schätzen. Durch Vergleichung zweier Photometer ist es leicht, das Verhältnifs zu bestimmen, in welchem zwei verschieden gefärbte Stoffe das Licht reflectiren, absorbiren und durchgehn lassen, und zu untersuchen, ob die Licht-Partikelchen über das Farben-Spectrum des Prisma überall mit gleicher Intensität zerstreut werden. Ferner mifst dieses Photometer die Lichtmenge, welche verschiedene durchsichtige Körper durch sich hindurch lassen, oder welche von polirten oder rauhen Oberflächen, bei verschiedenen Einfallswinkeln, reflectirt und absorbirt wird; kurz, man kann

damit auf das leichteſte alle die ſinnreichen Verſuche anſtellen, die den Scharfſinn Bouguer's und Lambert's beſchäftigt haben. Eine andere Art von Unterſuchungen, für welche dieſes Thermometer ſich auf das vollkommenſte eignet, iſt die Entdeckung der *Wärme leitenden Kräfte verſchiedener Flüſſigkeiten.* Füllt man z. B. die gläſerne Hülle mit einer Gasart, deren Wärme leitende Kraft ſtärker iſt, als die der atmoſphäriſchen Luft, ſo wird bei einerlei Zufluſs von Licht, das Inſtrument in eben dem Verhältniſſe weniger afficirt werden, als die Wärme leitende Kraft gröſser iſt. Auch bei Luft von verſchiedener Dichtigkeit ſind die Wirkungen weſentlich verſchieden. Auf dieſe Art habe ich über verſchiedene tropfbare und elaſtiſche Flüſſigkeiten, ja ſogar mit Gallerten und mit Eis, Unterſuchungen angeſtellt. Meine Verſuche über dieſe und andere Gegenſtände ſind beinahe vollendet, und führen auf ſehr befriedigende und wichtige Reſultate.

II.

BEMERKUNGEN

über

G. C. Lichtenberg's *Vertheidigung des Hygrometers und der de Luc'schen Theorie vom Regen*, *)

von

Zylius

zu Remplin im Meklenburgischen.

In der Vorrede zur 5ten Ausgabe der Erxlebenschen Naturlehre lieferte der jetzt verstorbene Herr Hofr. Lichtenberg eine zwar kurze, aber sehr schöne und lichtvolle Darstellung der neuen Theorie des Herrn de Luc vom Regen, suchte solche auf alle Weise mit den scharfsinnigsten Beweisen zu unterstützen, und behauptete zugleich sehr richtig, dafs eine gänzliche Bestätigung derselben ein tödtlicher Streich für die neue französische Chemie seyn würde. Da nach meiner Ueberzeugung in dem hierbei zum Grunde liegenden Raisonnement des Herrn Hofraths Lichtenberg einige Fehlschlüsse enthalten waren; so konnte ich nicht umhin, in meiner 1795 bei Maurer in Berlin herausgekommenen Preisschrift, welche eine Prüfung dieser Regenlehre

*) herausgegeben von L. C. Lichtenberg und F. Kries. Göttingen bei Dietrich, 1800. u. s. w. (Vergl. *Annal. d. Ph.*, IV, 126.)

zum Gegenſtande hatte, dieſelben zu entwickeln, und dem Herrn Hofrath Lichtenberg an mehrern Stellen dieſer Schrift freimüthig zu widerſprechen. Dieſer faſste hierauf den Entſchluſs, ſich nicht nur gegen dieſen meinen Widerſpruch zu vertheidigen, ſondern zugleich die ganze de Lüc'ſche Theorie gegen meine Einwürfe zu rechtfertigen, in einer Schrift, welche ſchon in dem Meſs-Cat. der O. M. 1797 unter dem Titel: „Nähere Beleuchtung einer merkwürdigen Schrift über das Hygrometer und de Lüc's Theorie vom Regen," als fertig geworden angekündigt ward. Allein vergeblich hoffte ich auf die Erſcheinung dieſer Schrift von einer Meſſe zur andern, bis ich endlich das Miſsvergnügen hatte, zu erfahren, der Verfaſſer ſey nach mehrern Verſuchen, dieſe ſeine Schrift umzuändern und zu verbeſſern, endlich der Entſchlieſsung geworden, ſie gänzlich zu unterdrücken. Auch der Herr Dr. Scherer erzählt in dem 17ten Hefte ſeines allg. J. d. Chemie, (S. 612,) „er habe das Vergnügen gehabt, Lichtenberg ſelbſt „über dieſen Gegenſtand zu ſprechen, und dieſer „habe ihm geſtanden, daſs er zwar bereits mehrere „Bogen derſelben habe abdrucken laſſen, daſs er „aber bei näherer Unterſuchung gefunden habe, er „habe mit zu vieler Wärme geſchrieben. Er fände „es daher für nothwendig, *das Ganze zu unterdrücken.*"

Deſſen ungeachtet trugen die gegenwärtigen Herausgeber dieſer Schrift kein Bedenken, ſolche auch

gegen den Willen des Verſtorbenen ans Licht zu ſtellen, und glaubten „damit den Freunden der Phy„ſik und der guten Sache einen Dienſt zu leiſten, in„dem meine Preisſchrift bereits in viele Hände ge„kommen ſey, und die darin enthaltenen Sätze an„fingen in die phyſikaliſchen Hand- und Lehrbü„cher überzugehen.“

Wenn gleich meine Erwartungen von dieſer Schrift durch den Umſtand, daſs der berühmte Verfaſſer ſie ſelbſt gemiſsbilligt hatte, nicht wenig herabgeſtimmt waren; ſo hoffte ich deſſen ungeachtet nichts gewiſſer, als eine möglichſt ſcharfe Zergliederung und Prüfung der in meiner Abhandlung aufgeſtellten Behauptungen vorzufinden, und dadurch zu neuen Anſichten eines der wichtigſten Gegenſtände der Naturlehre geleitet zu werden. Allein, leider! muſs ich bekennen, daſs ich meine Hoffnung von dieſer Seite gänzlich getäuſcht fand; daſs ich in dieſer Schrift zwar ſehr viel Gutes und Richtiges, aber gar nichts fand, was *in Rückſicht meines gegen de Lüc geführten Beweiſes* auch nur die geringſte Aufmerkſamkeit verdienen könnte.

Der Inhalt dieſer Schrift läſst ſich bequem auf folgende Weiſe eintheilen. Der *eine* und bei weitem der gröſste Theil derſelben begreift allgemein bekannte und völlig erwieſene Sätze, die groſsen Theils in meiner Schrift ebenfalls entweder wirklich behauptet, oder als bekannt und erwieſen vorausgeſetzt werden und bey meinem gegen de Lüc und Lichtenberg geführten Beweiſe zum Grun-

de liegen, die ich alſo gar nicht widerlegen könnte, ohne meine eigne Abhandlung zu widerlegen. Hierher gehört alles das, was der Verfaſſer über die bekannten Grundſätze der de Lüc'ſchen Hygrometrie beibringt. Auſserdem kommen, *zweitens*, auch dieſelben Sätze wiederum vor, die ſchon in meiner Schrift widerlegt wurden, die aber der Verfaſſer hier abermahls vorträgt, ohne *auf den Sinn* desjenigen, was ich dagegen einwandte, die mindeſte Rückſicht zu nehmen. *) Um dieſe zu widerlegen,

*) Ich ſage: *auf den Sinn*; denn der Verfaſſer führt faſt überall treu und ehrlich meine eignen Worte an: allein er bringt gewöhnlich, weiſs der Himmel wie ers anfängt, einen Sinn hinein, den ich ſelbſt weder kenne noch verſtehe, und worin, wie er nicht verfehlt jedesmahl ſehr richtig und pair hinzuzuſetzen, gar *kein Menſchenverſtand* iſt. Er kämpft alſo nicht gegen meine, ſondern gegen ſeine eignen Ideen, die er meinen Worten unterſchiebt. Ich würde glauben, mich dunkel und unverſtändlich ausgedrückt zu haben: allein da die Akademie der Wiſſenſchaften meine Sätze verſtändlich gefunden, und keinen andern Sinn darin wahrgenommen hat, als den, welchen ich durch meine Worte ausdrücken wollte; ſo kann der Grund dieſer ſeltſamen Miſsverſtändniſſe nicht in meinem Vortrage liegen. — Eine auffallend ſonderbare Ideenverwechſelung zeigt ſich unter andern darin, daſs der Verfaſſer allemahl, wenn ich irgendwo gezeigt hatte, auf welche unrichtige Sätze oder Schluſsformen die Behauptungen des Herrn de Lüc, als erwieſen betrachtet, zurückführen würden, die

würde ich blofs meine eigne Abhandlung wiederholen und erklären dürfen. Endlich und *drittens* bringt der Verfaſſer noch verſchiedene Sätze bei, die nach meiner Ueberzeugung ebenfalls durchaus unrichtig ſind, die aber in meiner Schrift nicht berührt wurden, weil ſie mit dem Gegenſtande der Preisfrage auf keine Weiſe in Verbindung ſtanden. Der wichtigſte von dieſen ſteht S. XIV der Vorrede. Hierüber werde ich bei einer andern Veranlaſſung ausführlich zu reden Gelegenheit haben. Ueberhaupt verbreitet ſich der Verfaſſer an mehrern Orten weitläuftig über Sachen, die mit dem Gegenſtande der Preisfrage gar nicht zuſammenhängen, wobei er mitunter recht gute, wenn gleich keine unbekannten Sachen vorträgt. Mit Einem Worte, wenn ich das ausnehme, was der Verfaſſer gegen meine Unterſcheidung der phyſiſchen Adhäſion und chemiſchen Attraction einwendet, *) ſo findet ſich in der

Sache ſo ſtellt, als ſey ich der Meinung, daſs Herr de Lüc dieſe Sätze wirklich behauptet, oder einer ſolchen Art zu ſchlieſsen ſich wirklich bedient habe; u. ſ w. Und gerade darauf, daſs dies nicht der Fall war und nicht ſeyn konnte, gründete ſich mein Beweis, daſs ſeine Theorie noch nicht erwieſen ſey. Z.

*) Alles, was der Verfaſſer hierüber ſehr weitläufig und mit vielem Witze vorträgt, löſet ſich bei genauerer Prüfung in einen bloſsen Wortſtreit auf. Bündiger und beſtimmter iſt mir dieſer Einwurf ſchon in einer Recenſion meiner Preisſchrift,

ganzen Schrift auch gar nichts, was meiner Abhandlung auch nur auf die entfernteſte Weiſe zur Widerlegung dienen, oder irgend einen meiner gegen de Lüc und Lichtenberg aufgeſtellten Sätze auch nur mit einigem Scheine entkräften könnte.

(A. L. Z., 1796, No. 171,) gemacht worden. Ich kann mir bei dieſer Gelegenheit das Vergnügen nicht verſagen, dem mir unbekannten Verfaſſer dieſer Recenſion für dieſe genaue und wohldurchdachte Beurtheilung meiner Schrift und für mehrere wichtige Gründe, die er mir entgegenſtellt, öffentlich meinen Dank abzuſtatten. Solche Einwendungen, die nicht aus Unkunde der Sache, ſondern aus einer ſcharfen Prüfung des Gegenſtandes hervorgehn, ſind äuſſerſt lehrreich, und es iſt ſehr angenehm, ſie ſo wie hier mit Anſtand und Würde dargelegt zu ſehn. Die vollkommen treue und richtige Darſtellung des Plans und Inhalts meiner Schrift, welche ſich in eben dieſer Recenſion findet, giebt einen Beweis mehr, daſs die Schuld nicht an dem Vortrage meiner Schrift liegt, wenn die geneigten Leſer einen Sinn hineintragen, worin kein Menſchenverſtand iſt. Und einer Parteylichkeit wird man dieſen Recenſenten um ſo weniger verdächtig halten, da er ſich deutlich für meinen Gegner erklärt. Aber ſolcher würdiger und mit Kenntniſs der Sache begabter Gegner wünſchte ich mir viele. So wie den Gelehrten gut predigen iſt, ſo iſt auch mit ſolchen Gegnern gut disputiren. Aber ſich überall ſelbſt wiederholen und commentiren und ſeinem Gegner ſogar die Streitfrage erklären zu müſſen, iſt eben ſo langweilig, als es für den Gegenſtand der Unterſuchung ohne Nutzen iſt. Z.

Das ganze Raiſonnement, ſofern es gegen meine Schrift gerichtet ſeyn ſoll, gründet ſich darauf, daſs der Verfaſſer nicht nur den wahren Geſichtspunkt der Streitfrage gänzlich verfehlt, ſondern auch meine ganze Schrift, Satz für Satz, durchaus falſch verſtanden und erklärt hat. Nicht einmahl der Sinn der Preisfrage iſt von dem Verfaſſer beachtet worden, denn er wundert ſich ungemein, daſs ich die Auflöſungs-Theorie nicht bewieſen habe. Er erinnerte ſich alſo nicht, daſs in der Aufgabe nicht gefragt ward: — *ob und wie die Auflöſungs-Theorie zu erweiſen*, — ſondern: *in wie fern ſolche durch die vom Herrn de Lüc aus ſeiner neuen Regenlehre dagegen abgeleiteten Gründe widerlegt worden ſey?*

Es würde alſo, um meine Abhandlung gegen dieſe Widerlegungsſchrift zu rechtfertigen, gar keiner phyſikaliſchen Unterſuchung, ſondern bloſs einer logiſchen Entwickelung der in der letztern enthaltenen oder darin zum Grunde liegenden Miſsverſtändniſſe und Fehlſchlüſſe bedürfen. Allein wer mit den Schriften des Herrn de Lüc völlig vertraut iſt, und meine Abhandlung, (des freilich darin herrſchenden Mangels an Ausführlichkeit und vollſtändiger Entwickelung der Sätze ungeachtet,) verſtanden hat, wird einer ſolchen Anleitung nicht bedürfen.

Um das Geſagte doch noch mit kurzen Worten zu belegen, will ich die Baſis, worauf im Allgemeinen das gegen mich gerichtete Raiſonnement des Herrn Hofraths Lichtenberg beruht, lieber mit den Worten eines meiner Gegner, als mit meinen eig-

nen anführen. Der Gothaische Recensent dieser Lichtenbergischen Schrift sagt so:

„Es fällt sofort in die Augen, dass de Lüc da, „wo Zylius eine Auflösung des Wassers in Luft „vor Augen hat, und Folgerungen des Physikers „nun in Hinsicht dieser Voraussetzung bestreitet, „dieser vielmehr jene Auflösung ganz läugnet, und „die Auflösung des Wassers in Feuer, als Entste„hungsursache der Dämpfe, bei Erklärung der hy„grometrischen Erscheinungen voraussetzt. *) Von „selbst lässt sich vermuthen, wie sich bei Zylius „aus jenem ersten Irrthume eine unrichtige Folge „nach der andern entwickelt, und es ist sehr inte„ressant, diese hier entwickelt, und den angegrif„fenen Naturforscher gegen die ganz verkehrten „Angriffe, welche auf ihn geschehen, gerettet zu „sehn." (Goth. gel. Zeitung, St. 96, 1799.)

Lichtenberg behauptet also, Herr de Lüc habe, indem er aus jenen hygrometrischen Beobachtungen seine neue Theorie ableitete, die Auflösung des Wassers in Luft ganz geläugnet, und dabei eine blosse Verdampfung desselben vorausgesetzt. Nun wird in der Aufgabe gefragt: „Hat

*) Herr de Lüc soll also die Auflösung des Wassers in Luft, anstatt solche zu widerlegen, worauf es hier ankam, — *vielmehr ganz geläugnet*, hingegen dasjenige, was erwiesen werden sollte, *vorausgesetzt* haben! Und so etwas fällt sogar seinen *Vertheidigern* in die Augen! Eine musterhafte Vertheidigung! Z.

„Herr de Luc durch eben die Gründe, worauf „er seine neue Theorie errichtete, das Auflösungs-„System widerlegt?“ — Ich antworte: „Nein. „Entweder setzt Herr de Luc bei diesen Beob-„achtungen voraus, dafs gar keine Auflösung des „Wassers in Luft Statt findet und dafs es auf irgend „eine andere Weise in der Luft enthalten ist;“ — (Also gerade dasjenige, was meine Gegner hier als etwas anführen, das ich ganz übersehn oder vielmehr gar nicht gewufst habe, gehört wesentlich zur Grundlage meines Beweises!) — „und alsdann ist „es *petitio principii*, die Auflösung des Wassers in „Luft durch eben diese Beobachtungen widerlegen „zu wollen. Oder er ist der Meinung, dafs bei „der Voraussetzung einer Auflösung des Wassers in „Luft die Erscheinungen nicht so erfolgen konnten, „als er sie wirklich beobachtete; und diese Meinung „ist unrichtig, da vielmehr gerade mit einer solchen „Voraussetzung seine Beobachtungen aufs vollkom-„menste übereinstimmen.“ u. s. w.

Es giebt also keinen andern Weg, meinen gegen de Luc geführten Beweis zu widerlegen, als denjenigen, welchen die Akademie der Wissenschaften S. VII der Vorrede angezeigt hat. Alles, was in der vorliegenden Schrift gegen mich angeführt wird, beruht auf den angezeigten und mehrern Mifsverständnissen, und bedarf also keiner Widerlegung.

Unbegreiflich würde es seyn, wie es einem so talentvollen Gelehrten möglich war, so ganz unlogisch

zu räsonniren und den Gesichtspunkt der Untersuchung auf eine so auffallende Weise zu verfehlen, wenn es sich nicht aus der aufgebrachten und ärgerlichen Stimmung erklärte, worin er diese Sachen niederschrieb. Daher auch der polternde, grobe und schimpfende Ton, worin das Ganze verfaßt ist, und den Jeder, der mit mir die Verdienste des Verstorbenen aufrichtig achtet und ehrt, und dem sein Nachruhm theuer ist, nicht ohne inniges Bedauern bemerken wird. So schilt er mich unter andern einen *unglückseligen Widerleger*, und meine Abhandlung eine *leidige* Preisschrift, ohne allen Menschensinn. Oder er rückt Stellen aus meiner Abhandlung ein, und ruft aus: „*Ueber den Jargon mit den lateinischen Lettern da!*“ — oder: „*Unsinn, der Unsinn! so derb als er nie gedruckt worden!*“ — mehrerer dergleichen plumper und unanständiger Invectiven, wovon alle Seiten voll sind, nicht zu gedenken. Und solche Sachen lassen die Erben, zur Schmach unsers rühmlichst verstorbenen Gelehrten, (der sich in seinem Leben nie durch eine Grobheit an dem Publicum versündigte, dessen Schriften immer ein Muster von Eleganz und attischer Feinheit waren,) und allen gebildeten und anständigen Lesern zum Skandal, — ins Publicum gehn! Freilich kommen mitunter auch minder plumpe und hier und da wirklich angenehme und launige Wendungen vor; wiewohl doch der Verstorbene zu aufgebracht war, als daß es ihm damit so, wie man es sonst von seinem Witze gewohnt ist, hätte gelingen

ſollen. So nennt er mich öfter, launiger Weiſe, den *wahrhaftigen Anti-Baco*, oder erzählt aus der Bibel die Geſchichte vom Apoſtel Philippus und von dem Kämmerer aus Mohrenland, wobei ich denn, wie ſich denken läſst, ſehr übel wegkomme. Ein andermahl ſpaſst er über den von mir gebrauchten Ausdruck: *höchſtwahrſcheinlich*, und meint, das, was er dagegen zu ſagen habe, ſey doch noch *höher* als *höchſt*-wahrſcheinlich; u. ſ. w.

Dergleichen Späſse können freilich auf einen Augenblick beluſtigen; allein der geſetzte Leſer wird ſie doch in einer wiſſenſchaftlichen Unterſuchung, wo er Gründe erwartet, ſo wie alle *Argumenta ab invidia*, woran dieſe Schrift ſo reich iſt, von Herzen miſsbilligen. Indeſſen findet ſo etwas auch ſeine Liebhaber, wie das Beiſpiel des Recenſenten in der A. L. Z., (1800, Nro. 12, S. 89,) beweiſet. Von der lächerlichen Unwiſſenheit dieſes Mannes lohnt es hier nicht die Mühe zu reden. Ich werde dazu an einem andern Orte Gelegenheit haben. Allein einen ſpaſshaften Zug, der das Ingenium dieſes Recenſenten ganz vortrefflich charakteriſirt, muſs ich, zur Ergötzung der Leſer, noch mittheilen. Er beſchäftigt ſich nämlich mit der Auflöſung des Problems, wie meine Schrift ein Jargon, ein derbem Unſinn ſeyn, und doch von der Akademie der Wiſſenſchaften mit dem Preiſe gekrönt werden konnte? — Allerdings ein merkwürdiger Umſtand, der wohl einiges Nachdenken verdiente! — Endlich findet er den Schlüſſel zu dieſem Räthſel

darin, dafs — *die Akademie mich vielleicht mit einer Ermahnung entlaſſen habe!* Alſo für diesmahl habe die Akademie freilich meine Abhandlung gekrönt, aber — zu merken! — *citra conſequentiam* und mit dem mir zugefertigten Bedeuten, hinführo nicht wieder dergleichen Dinge zu ſchreiben! — —

O des erleuchteten Recenſenten! Welch ein beneidenswerthes Genie, woraus eine *ſolche Hypotheſe* hervorgehen konnte! Und welche originelle Begriffe der Mann von einer *Akademie der Wiſſenſchaften* und von einer *Preisvertheilung* hat! Möge der Himmel die ſeltenen Gaben dieſes Mannes, zum Nutz und Frommen aller hypochondriſchen Leſer, noch lange ungeſchwächt erhalten!

Vielleicht, dafs mehrere Recenſenten auf Veranlaſſung dieſer Schrift ihre Stimme gegen meine Abhandlung erheben werden, beſonders, wenn ſie, wie die beiden vorerwähnten, letztere nicht geleſen haben. *) Ich werde ſolches alles mit *wahrem*

*) Der Gothaiſche Recenſent verräth ſich in dieſer Hinſicht auf eine eben ſo unſchuldige als auffallende Weiſe. Er ſpricht ſo: „die Einwürfe, welche „Lichtenberg gegen Zylius Theorie vom „Regen, — den zweiten Theil ſeiner Abhandlung, — „zu machen hatte," u. ſ. w. Man hatte alſo dem Recenſenten erzählt, dafs ich im zweiten Theile meiner Abhandlung eine eigne Theorie vom Regen vorgetragen habe, und die zweite Frage der Aufgabe heifst ſo: „*Läſst ſich die Theorie des Herrn de*

Vergnügen erwarten, *) und bemerke blofs, dafs diese Herren sich mit ihrem Pereat etwa um 6 Jahre

„*Lüc aus physikalischen Gründen erweisen?*“ — Eine Beantwortung dieser Frage, und weiter nichts, ist der Inhalt des zweiten Theils meiner Abhandlung. Dieser Recensent hat überhaupt das Unglück gehabt, von allen Seiten mit falschen Nachrichten hintergangen zu werden. So mufs ihm jemand unter andern einen falschen Taufschein von mir insinuirt haben, da er mich vorzugsweise einen *jungen* Gelehrten nennt. Da ich sehe, dafs es ihm nicht eben auf die von mir gelesenen alten Bücher, sondern nur auf die Anzahl meiner Jahre ankommt; so habe ich das Vergnügen, ihm hier die authentische Anzeige zu machen, dafs ich zur Zeit, als ich jene Abhandlung schrieb, das kanonische Alter schon längst in erwünschtem Wohlseyn überschritten hatte. Z.

*) Dieses ist nicht figürlich, sondern ganz eigentlich zu verstehen. Denn neben dem von der Akademie der Wissensch. meiner Abhandlung ertheilten Preise, machen die Schimpfreden *solcher* Leute einen sehr interessanten und angenehmen Effect. Sie sind ein Lob, das der Herr in dem Munde der Unmündigen mir bereitete. Er lasse mich nur nicht das Herzeleid erleben, von dergleichen Herren (directe) gerühmt zu werden, denn ihre Urtheile sind bekanntlich in der Kritik, was im Calcüle die negativen Grösen sind.

Es bedarf keiner Erinnerung, dafs hier blofs von notorisch unwissenden Recensenten, und keineswegs von jenem berühmten Todten die Rede ist. *Duo, cum faciunt* etc. Der, dieses vorliegenden

zu spät bemühen. Der Beifall der Akademie der Wissenschaften hat über den Werth meiner Schrift im Angesichte des ganzen litterarischen Publicums längst zur Genüge entschieden. Die Unzufriedenheit eines von mir angegriffenen, und darüber mit Unrecht aufgebrachten *Gegners* kommt unter diesen Umständen in gar keine Betrachtung. Von kindischen Neckereien, wie die des vorerwähnten Jenensers, (Nro. 12,) wird, wie billig, gar keine Notiz genommen; es sey denn, dass sie originell genug sind, um auf einen Augenblick zur Belustigung zu dienen.

Ganz anders würde der Fall seyn, wenn es irgend einem des Gegenstandes kundigen Naturforscher gefallen sollte, die in meiner Abhandlung gegen die Theorie des Hrn. de Lüc aufgestellten Gründe mit möglichster Genauigkeit und Strenge zu prüfen und die Resultate seiner Prüfung dem physikalischen Publicum mitzutheilen. Das war der in der Vorrede zu meiner Abhandlung von der Akad. der Wissensch. geäusserte Wunsch; dadurch würde

Falles ungeachtet mir nichts desto weniger verehrungswerthe, Verstorbene — schalt auf mich, weil er über meinen Angriff entrüstet war, und im Zorne auf eine Zeit lang den Gesichtspunkt verfehlte; und die Lebendigen schelten *bona fide* hinter drein, weil sie weder meine Gegner noch mich verstehn und überhaupt, — wie, leider! erweislich zu Tage liegt, — von der ganzen Streitsache auch nicht das A B C begriffen haben. Z.

die Naturkunde gewinnen, und mir würde es äuſserſt willkommen und lehrreich ſeyn, beim Verfolge meiner Unterſuchungen über dieſe und andere damit verbundene Gegenſtände die Bemerkungen und Einwendungen mehrerer Naturforſcher benutzen zu können. Die Wichtigkeit des Gegenſtandes verdiente es in mehr als Einer Hinſicht, recht viele Stimmen darüber zu hören, und ich bin keineswegs der Meinung, in dieſer neuen und ſchweren Materie alles auf einmahl erſchöpft zu haben, und daſs in meiner Schrift gar keine Sätze enthalten ſeyn ſollten, die noch einer nähern Prüfung und Berichtigung bedürften. Aber dazu gehört — Kenntniſs des Gegenſtandes, Unterſuchung und Wahrheitsliebe! — Grobe Exclamationen und inſipide Schnurren ſind freilich leichter zu Tage gefördert, aber damit wird für die Phyſik nichts ausgerichtet.

III.

BESCHREIBUNG

eines kleinen Schwungrades, die Verwandlung der Regenbogen-Farben in Weifs darzuftellen, fammt Bemerkungen und Verfuchen über die dazu nöthige Eintheilung des Farbenbildes,

von

M. A. F. Lüdicke

in Meifsen.

Da die Mafchinen, mit welchen man, wie bei Glas-Schleifmafchinen, eine Scheibe fchnell horizontal um ihre Achfe bewegen kann, in den Vorlefungen fehr unbequem, und kleine mit Räderwerk hierzu befonders eingerichtete Mafchinen für diefen Endzweck zu koftbar find; die kleinen Drehrädchen aber, welche man oft hierzu gebraucht hat, nur höchftens $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeffer halten können, und wegen des Hin- und Herlaufens den Augen befchwerlich werden: fo habe ich mir ein kleines Schwungrad eingerichtet, welches bei feiner Einfachheit die vorgefetzte Abficht vollkommen erfüllt.

Es ift Taf. VI, Fig. 2, in dem dritten Theile der wahren Gröfse im Durchfchnitte vorgeftellt. Die von hartem Holze gedrehete Scheibe hält im Durchmeffer $3\frac{1}{2}$ Zoll und ift $\frac{1}{3}$ Zoll ftark. Ihre Welle, welche ebenfalls von hartem Holze ift, hat unten bei c eine ftählerne Spitze, die in einer meffinge-

nen Pfanne läuft, und oben bei *f* einen ſchwachen ſtählernen Zapfen, welcher ſich in dem Loche des hinlänglich ſtarken, aber ſehr ſchmalen meſſingenen Armes *gf* bewegt. Bei *e* hat die Welle eine kleine Scheibe, über welche der Rand des Stativs etwa um $\frac{1}{4}$ Zoll hervorſteht. Dieſe Einrichtung iſt nöthig, damit das Ende der Schnur ſich nicht herunterwärts innerhalb des Stativs um die Welle winden könne, und man nicht bei jedem Verſuche das Rad herausnehmen dürfe. Der kleine hölzerne Cylinder *d*, welcher die meſſingene Pfanne trägt, läſst ſich in der Röhre des Stativs etwas gedrängt verſchieben, um die Welle gehörig ſtellen zu können.

Der meſſingene Arm *gf* iſt mit dem bei *h* an das Stativ befeſtigten ſtarken meſſingenen Bügel *gh* mittelſt eines ſtarken Gewindes verbunden, damit der Arm *gf* aufgeſchlagen und die Scheibe herausgenommen werden könne. Damit aber die Erhebung des Arms nicht unverlangt geſchehe, iſt bei *ik* eine hinlänglich ſtarke Feder angebracht, deren oberes Ende die Geſtalt eines Hakens hat, welcher ſich in eine Vertiefung des Gewindes einſetzt. Die Schnur, welche mit einem Ende an die Welle befeſtigt, und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Elle lang iſt, darf nicht zu ſtark und unbiegſam ſeyn, damit das Ende derſelben nicht an den Bügel anſchlage und die Bewegung aufhalte. Die meinige iſt ein ſtarker gezwirnter ſeidner Faden. Bei dieſer Einrichtung dauert die zu Bewirkung des weiſsen Lichtes nöthige Geſchwin-

digkeit 24 bis 30 Sekunden. Diese Dauer der Bewegung halte ich für zureichend; soll aber das Rad diese Geschwindigkeit noch länger behalten, so darf man nur dem Rade etwas mehr Stärke geben.

Der *Ring mit den Regenbogen-Farben* ist nicht unmittelbar auf diesem Rade, sondern auf einer besondern mit feinem Papiere überzogenen glatt geschlagenen Pappscheibe angebracht, welche abgenommen und vor Staub verwahrt werden kann. Sie hat in ihrem Mittelpunkte eine Oeffnung, in welche der stärkere Theil unter dem Zapfen bei *f* etwas strenge passt. Sollte jedoch die Oeffnung mit der Zeit etwas zu weit werden; so darf man nur etwa bei *g* eine scharfe Spitze hervorstehen lassen, welche das Schleudern oder entgegengesetzte Drehen der Scheibe verhindern wird.

Das *Auftragen der Farbe* auf den Ring der Scheibe hat keine geringe Schwierigkeit, wenn man ein reines ungefärbtes Weiss erlangen will. Die Pigmente, welche man hierzu anwenden kann, sind nicht so glänzend und rein, als die Farben des Regenbogens, und müssen, wenn sie vorzüglich stark aufgetragen werden, zwischen ihren Theilen Schatten erzeugen, welche ein schmutziges Weiss hervorbringen. Hiernächst veranlasst die Newtonische Eintheilung in 7 Farben den Fehler, dass einige Uebergänge der einen Farbe in die andere fehlen, und dass daher eine oder die andere Farbe vorsticht und das Weisse färbt. Diese und andere Ursachen, welche ich im Folgenden angeben werde, haben

mich bewogen, den Ring der Scheibe in 12 Theile auf folgende Art zu theilen, und diese Räume mit folgenden Pigmenten zu überziehen:

Hell-Violett oder *röthlich Violett*, welches sich dem *Dunkel-Rothen* nähert, nimmt 40,5 Grad des Kreises ein, und wird aus Karmin mit ein wenig Berlinerblau gemischt.

Violett hält 38 Grade, wird wie vorhergehende, jedoch mit mehr Berlinerblau gemischt.

Indigo von 36 Graden aus Berlinerblau mit ein wenig Karmin.

Blau, 34 Grade; ist Berlinerblau.

Hell-Blau, 32 Grade. Berlinerblau sehr schwach aufgetragen.

Grün, 30,3 Grad. Kryſtallisirter Grünspan in destillirtem Essig aufgelöset. Es ist ein etwas bläuliches Grün.

Hell-Grün 28,6 Grad. Diese Grünspan-Auflösung mit etwas Gummigutte versetzt.

Strohgelb 27 Grad. Gummigutte sehr schwach aufgetragen.

Gelb 25,5 Grad. Gummigutte etwas stärker.

Orange 24 Grad. Gummigutte mit etwas Karmin.

Hell-Roth 22,7 Gr. Karmin mit ein wenig Gummigutte.

Roth 21,4 Gr. Karmin, jedoch nicht allzu stark aufgetragen.

Alle Farben werden mit aufgelöstem, ganz weissem arabischen Gummi versetzt und durchgängig dünn aufgelegt. Den Farbenring umgiebt eine etwas

breite schwarze Kreislinie, und die innere Kreisfläche wird ebenfalls mit Schwarz überzogen, damit kein reflectirtes Licht mitwirken könne. Auf diese Art habe ich Farbenringe erhalten, welche während der Bewegung ein reines, ganz ungefärbtes Weiss geben.

Dass es selbst nach der Newtonischen Theorie der Farben erlaubt sey, mehr als 7 Farben in dem prismatischen Farbenbilde anzunehmen, erhellet aus den Folgerungen, welche Newton in seiner neuen Theorie, in den *Philosophical Transactions*, No. 80, aus seinen Versuchen mit dem Prisma ziehet. Er sagt nämlich im 1sten Satze: es hätten nicht bloss die vorher genannten 7 kenntlichsten Farben, sondern auch alle dazwischen fallende Schattirungen ihre eignen und besondern Strahlen, und im 5ten Satze rechnet er zu den ursprünglichen oder zu den Grundfarben ausser den 7 Farben noch eine unendliche Menge dazwischen fallender Schattirungen. Ohne jedoch zu untersuchen, ob es nur 3, oder 7, oder unzählige Grundfarben gebe, glaube ich nur vorläufig bemerken zu dürfen, dass das prismatische Farbenbild nach der bekannten Eintheilung in die gröfsern Felder für Violett, Blau, Grün, Gelb und Roth noch deutliche Uebergänge oder Schattirungen habe, welche man auszudrücken nicht übergehen darf, wenn man es mit den schicklichsten Pigmenten nachahmen will; und dass man nicht schliefsen dürfe, diese hinzugefügten Schatti-

rungen ſo wohl, als einige der ſieben Farben des Sonnenlichtes ſelbſt wären gemiſcht oder weniger einfach, weil wir unſre Pigmente miſchen müſſen, welche dieſelben darſtellen ſollen.

Bei näherer Unterſuchung der von mir angegebenen Eintheilung wird man bald bemerken, *daſs die Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen* mir hierzu Gelegenheit gegeben habe, ob ich gleich ſehr weit entfernt bin, dieſe Aehnlichkeit weiter, als auf die Verhältniſſe auszudehnen, welche ſeit der Newtoniſchen Entdeckung bei beiden angetroffen werden. Der Herr von Mairan *) und Herr Heydenreich **) haben ſehr ſcharfſinnig dargethan, daſs die Farben nicht die Fähigkeit beſitzen, auf unſern Sinn eben ſo zu wirken und ähnliche Empfindungen hervorzubringen, als die Töne. Dieſes wird auch aus einigen meiner folgenden Verſuche erhellen. Aber ſelbſt in Anſehung der Newtoniſchen Verhältniſſe ſagt der Herr v. Mairan ***) ganz richtig: man müſſe ſich hüten, daſs man nicht die Töne einer Octave, die mit den Längen der Saiten ausgedrückt würden, mit ihren Intervallen oder Unterſchieden vermiſche. Denn nur dieſen in der Ordnung genommenen Unterſchieden, und nicht

*) *Mém. de l' Acad. de Paris*, 1737, p. 61, und Steinwehr's *Ueberſetzung*, XII Th., S. 247 u. f.

**) *Syſtem der Aeſthetik*, 6. Betr., S. 224 u. f.

***) Am a. O., S. 238 der Ueberſ.

den Tönen selbst, wären die sieben Farben Newton's nach einander proportional. Er zeigt hierauf in einem Beispiele, dass die farbigen Räume, wie sie auf einander folgen, den Längen der Saiten, deren Unterschiede sie ausdrücken, nicht durchgängig proportionirt sind. Wollte man mit Newton, um die Verhältnisse des Farbenbildes den Längen der Saiten anzupassen, den Anfangspunkt des Zählens um die ganze Länge des Farbenbildes von demselben entfernt annehmen, so dass man zu Anfange des Rothen $\frac{1}{2}$, und zu Ende des Violetten 1 zählte: so würde man von diesem Punkte an bis zum Rothen ein weisses oder vermischtes Licht annehmen müssen, und die erste Farbe oder der höchste Ton bestünde aus diesem Lichte und Roth, der folgende Ton aus diesem gemischten Lichte, Roth und Orange, u. s. w. Hierbei bemerkt der Herr v. Mairan, S. 241, mit Recht, dass die Erfahrung nichts dergleichen zeige; keine Art einfaches oder zusammengesetztes Licht erfülle diesen angenommenen Raum. Indessen muss er doch, wie billig, gestehen: *) dass die farbigen Räume, in gewissen consonirenden Intervallen, als der Quinte und Quarte, sich gegen einander wie die Längen der consonirenden Saiten verhalten, deren Unterschiede sie sind. Mit unsern Namen der Töne ausgedrückt ist sein Beispiel folgendes: Wenn man die Länge der Saite *C* in 720 gleiche Theile theilt, so halte *D* 640,

*) A. a. O. der Uebers., S. 240, Nr. 3.

E 600, *F* 540, *G* 480, *A* 432, *H* 405 dieſer Theile. Es verhalte ſich aber *C* = 720 zur Quarte *F* = 540, wie das Intervall von *C* bis *D* = 80 zu dem Intervalle zwiſchen *F* und *G* = 60, und *D* = 640 verhält ſich zur Quinte *A* = 432, wie das Intervall zwiſchen *D* und *E* = 40 zu dem Intervalle von *A* bis *H* = 27.

Dieſe richtigen Verhältniſſe, in welchen die Breiten der Farben Violett und Grün mit den Längen der Prime und Quarte, und die Breite von Indigo und Orange mit den Längen der Prime und Quinte ſtehen, lieſsen mich hoffen, mehrere übereinſtimmende Verhältniſſe und mehrere Regelmäſsigkeit in dem Farbenbilde zu entdecken, und veranlaſsten mich, bei der muſikaliſchen Tonleiter und den verſchiedenen Temperaturen derſelben zu verweilen.

Ich darf wohl hier nicht wiederholen, daſs die Octave $\frac{1}{2}$, die Quinte $\frac{2}{3}$, die Quarte $\frac{3}{4}$ der Länge der Prime auf dem Monochord oder Sonometer hält, und übergehe daher die Verhältniſſe der übrigen Töne. Aber dieſes glaube ich anführen zu müſſen, daſs, wenn alle auf einander folgende Quinten eines Klaviers oder einer Orgel, als *CG*, *Gd*, *da* u. ſ. w., nach dem Verhältniſſe 3 zu 2 rein geſtimmt werden ſollten, die Octaven weniger als $\frac{1}{2}$ der Prime, oder mehr als doppelt ſo viel Schwingungen, als dieſe enthalten, und ſehr hörbare, mit jeder Octave ſich verdoppelnde, Fehler verurſachen wür-

den. Es ist daher jeder Klavierstimmer genöthigt, die Quinten ein wenig tiefer oder schwebend zu erhalten, und so viel es das Gehör erlaubt, es so einzurichten, dafs der Fehler, welcher bei völlig reiner Stimmung der Quinten für die Octave 0,007 der Länge der Prime betragen würde, auf alle dazwischen liegende 11 Töne gleichförmig vertheilt und dadurch unhörbar gemacht werde. Dieser gleichförmigen Vertheilung leistet die *mathematische* oder *gleichschwebende Temperatur* vollkommen Genüge, und sie ist gewifs diejenige, welcher sich die besten Klavierstimmer am meisten zu nähern bestreben. Sie beruht darauf, dafs man zwischen der Prime $= 1$ und der Octave $= \frac{1}{2}$ elf mittlere Proportional-Zahlen findet, welche die Längen der zwischen der Prime und Octave liegenden 11 Töne bestimmen. Bei dieser Zahlenreihe ist der Exponent $= \sqrt[12]{\frac{1}{2}}$ oder der Logarithmus des Exponenten $= \frac{1}{12} \log. \frac{1}{2}$ $= -$ 0,0250858.

Diese gleichschwebende Temperatur hat aber noch die besondere Eigenschaft der geometrischen Zahlenreihen, dafs sich die Längen der Saiten vollkommen, wie die von ihnen gleich weit entfernten Intervalle verhalten. Denn es sey die Länge der Saite $c = \alpha$, und der Exponent $= \varepsilon$; so hat man für die tiefern Töne folgende Längen nebst ihren Invallen:

Die Länge für $c = \alpha$

$$\alpha\,(\varepsilon - 1)$$

$$H = \alpha\varepsilon$$

$$\alpha\varepsilon\,(\varepsilon - 1)$$

$$B = \alpha\varepsilon^2$$

$$\alpha\varepsilon^2\,(\varepsilon - 1)$$

$$A = \alpha\varepsilon^3$$

$$\alpha\varepsilon^3\,(\varepsilon - 1)$$

$$Gis = \alpha\varepsilon^4$$

$$\alpha\varepsilon^4\,(\varepsilon - 1)$$

$G = \alpha\varepsilon^5$ Es verhält sich aber

$\alpha : \alpha\varepsilon^3 = \alpha\,(\varepsilon - 1) : \alpha\varepsilon^3\,(\varepsilon - 1)$, oder

$\alpha : \alpha\varepsilon^3 = \alpha\varepsilon\,(\varepsilon - 1) : \alpha\varepsilon^4\,(\varepsilon - 1)$, oder

$\alpha\varepsilon^5 : \alpha\varepsilon^2 = \alpha\varepsilon^4\,(\varepsilon - 1) : \alpha\varepsilon\,(\varepsilon - 1)$, u. s. w.

Wenn man also diese Temperatur bei der Eintheilung des Farbenbildes zum Grunde legt; so werden auch die Breiten der Farben, eben so wie die Intervalle, den Saitenlängen der Töne proportional seyn, und man wird nicht mehr, mit von Mairan, den Gründen der Unähnlichkeit der Farben mit den Tönen die Unrichtigkeit der Verhältnisse beizufügen Ursache haben.

Diese Uebereinstimmung der Verhältnisse, die dadurch bewirkte gleichförmige und verhältnismässige Eintheilung des Farbenbildes, und der erlangte Vortheil, mittelst der hinzugefügten Schattirungen das natürliche Farbenbild desto sicherer nachahmen zu können, haben mich bewogen, die gleichschwebende Temperatur zu wählen und das Farbenbild in folgende 12 Theile zu theilen:

Newtonische Verhältnisse u. Farben.	Eintheilung des Farbenbildes nach d. gleichschwebenden Temperatur.	Intervalle, nebst den Namen der Töne.	Intervalle, in Grade des Kreises verwandelt.
1	10000		
	Röthlich-Violett	562 C	40,5
Violett	9438		
	Violett	529 Cis	38
$\frac{8}{9}$	8909		
Indigo	Indigo	500 D	36
$\frac{15}{16}$	8409		
	Blau	472 Dis	34
Blau	7937		
	Hellblau	446 E	32
$\frac{3}{4}$	7491		
	Bläulich-Grün	420 F	30,3
Grün	7071		
	Gelblich-Grün	397 Fis	28,6
$\frac{2}{3}$	6674		
	Strohgelb	374 G	27
Gelb	6300		
	Gelb	354 Gis	25,5
$\frac{3}{5}$	5946		
Orange	Orange	334 A	24
$\frac{9}{10}$	5612		
	Hoch-Roth	315 B	22,7
Roth	5297		
	Dunkel-Roth	297 H	21,4
$\frac{1}{2}$	5000		

Dafs alle diese Farben, wenn man sie etwas dünn aufträgt und bei ihren Breiten die angegebenen Verhältnisse beobachtet, auf der Scheibe während des Drehens ein *ungefärbtes Weifs* geben, ist schon vorhin bemerkt worden; ich füge daher nur noch *einige Versuche* bei, unter welchen der 3te Versuch zu neuen Folgerungen Gelegenheit geben kann.

Ver-

Verſuch 1.

Ich trug folgende Farben, welche, mit den Tönen verglichen, ſehr auffallende *Diſſonanzen* ſind, in den Ring der Scheibe, und gab ihnen ihre verhältnifsmäſsige Breite, wie ſie die beigefügten Grade anzeigen.

Röthlich-Violett 127 Grad
Violett 119
Indigo 114
} gaben ſchön Violett

Indigo 127 Gr.
Blau 119
Hellblau 114
} gaben Himmelblau

Beide Farben waren ſehr angenehm. Es erhellet alſo hieraus, *daſs Diſſonanzen in Farben ausgedrückt, keine ähnliche unangenehme Empfindung, wie diſſonirende Töne verurſachen.*

Verſuch 2.

Ich trug folgende *Conſonanzen*, 2 Quinten und 2 Quarten, auf die Scheibe; nämlich

die Quinte C Röthlich Violett 216 Gr. / G Strohgelb 144 } gab röthlich Weifs

die Quinte D Violett 216 Gr. / A Orange 144 } gab ein röthliches Violett

die Quarte C Röthlich Violett 206 Gr. / F Bläulich Grün 154 } Himmelblau

und die Quarte D Indigo 206 Gr. / G Strohgelb 154 } gab gelblich Grün.

Dieſe Farben waren zwar hell und rein, aber nicht ſchöner, als die Farben vorhergehender Diſſonanzen.

Verſuch 3.

Nunmehr war mir noch zu unterſuchen übrig, *was die muſikaliſchen Accorde in Farben ausgedrückt, für Erſcheinungen darbieten würden.* Um aber bei dieſer einzigen und noch nicht voliſtändigen Octave alle Accorde zu bekommen, habe ich den Grundton bald unten, bald in die Mitte, bald oben ſetzen müſſen. Bei jeder Farbe ſind die Grade angegeben, welche ſie auf dem Ringe einnimmt.

1. *Accorde in dur geben beigeſetzte Erſcheinungen.*

C	C Röthlich Violett 146 Gr. E Hellblau 116 G Strohgelb 98		Weiſs, kaum merkbar röthlich
Cis	Cis Violett 146 Gr. F Grün 116 Gis Gelb 98		Weiſs, etwas grünlich
D	D Indigo 146 Gr. Fis Hellgrün 116 A Orange 98		Weiſs, grünlich
Dis	Dis Blau 146 Gr. G Strohgelb 116 B Hellroth 98		Weiſs, bläulich
E	E Hellblau 146 Gr. Gis Gelb 116 H Roth 98		Weiſs, gelblich
F	C Röthlich Violett 153,7 Gr. F Grün 115,1 A Orange 91,3		Weiſs, kaum merkbar röthlich

Fis	Cis Violett	153,7 Gr.	Weifs, grünlich
	Fis Hellgrün	115	
	B Hellroth	91,3	
G	D Indigo	153,7 Gr.	Weifs, kaum merkbar röthlich
	G Strohgelb	115	
	H Roth	91,3	
Gis	C Röthlich Violett	145,5 Gr.	Weifs, etwas gelblich
	Dis Blau	122,5	
	Gis Gelb	92	
A	Cis Violett	145,5 Gr.	Weifs, röthlich
	E Hellblau	122,5	
	A Orange	92	
B	D Indigo	145,5 Gr.	Weifs, kaum merkbar bläulich
	F Grün	122,5	
	B Hellroth	92	
H	Dis Blau	145,5 Gr.	Weifs, grünlich
	Fis Hellgrün	122,5	
	H Roth	92	

2. *Die Accorde in mol geben Folgendes:*

C	C Röthlich Violett	144 Gr.	Weifs, kaum merkbar röthlich
	Dis Blau	121	
	G Strohgelb	95	
Cis	Cis Violett	144 Gr.	Weifs, gelblich
	E Hellblau	121	
	Gis Gelb	95	
D	D Indigo	144 Gr.	Weifs, sehr wenig grünlich
	F Grün	121	
	A Orange	95	

Dis	Dis Blau	144 Gr.	Weifs, grünlich
	Fis Hellgrün	121	
	B Hellroth	95	
E	E Hellblau	144 Gr.	Weifs, röthlich
	G Strohgelb	121	
	H Roth	95	
F	C Röthlich Violett	151,5 Gr.	Weifs, grünlich
	F Grün	113	
	Gis Gelb	95,5	
Fis	Cis Violett	151,5 Gr.	Weifs, bläulich
	Fis Hellgrün	113	
	A Orange	95,5	
G	D Indigo	151,5 Gr.	Weifs, röthlich
	G Strohgelb	113	
	B Hellroth	95,5	
Gis	Dis Blau	151,5 Gr.	Weifs, ein wenig gelblich
	Gis Gelb	113	
	H Roth	95,5	
A	C Röthlich Violett	151 Gr.	Weifs, kaum merkbar röthlich
	E Hellblau	119,5	
	A Orange	89,5	
B	Cis Violett	151 Gr.	Weifs, kaum merkbar bläulich
	F Grün	119,5	
	B Hellroth	89,5	
H	D Indigo	151 Gr.	Weifs, sehr wenig grünlich
	Fis Hellgrün	119,5	
	H Roth	89,5	

Hier ist bemerkenswerth, dafs *alle Accorde*, so wohl die in *dur* als in *mol*, *sich dem reinen Weifs sehr nähern*, und dafs man bei *C dur*, *F dur*, *G dur*, *B dur*, *C mol*, *A mol* und *B mol* nur bei Vergleichung

mit sehr weifsem Papiere, oder mit einem andern sehr weifsen Körper eine schwache Abweichung findet. Da nun eine genaue Nachahmung aller Farben des Prisma sehr schwer ist, so kann ich nicht bestimmen, ob diese schwachen Abweichungen von Weifs nothwendig, oder ob sie der unvollkommenen Nachahmung zuzuschreiben sind. Wenn man jedoch die Versuche des Hrn. Professor Wünsch, *) aus welchen er schliefst, dafs das weifse Licht aus den drei Grundfarben, Roth, Grün und Veilchenblau bestehn, mit den Erscheinungen vergleicht, welche *B dur* und *B mol* bei meinen Versuchen geben: so dürften die beiderseitigen Versuche einander zur Bestätigung dienen, und man würde nicht ganz ohne Grund vermuthen können, *dafs das weifse Licht nicht blofs von den drei Farben, Roth, Grün und Veilchenblau, sondern von jedem Farben-Accorde, oder von drei solchen Farben hervorgebracht werde, welche in demselben Verhältnisse, wie die musikalischen Accorde, gegen einander stehen.*

*) *Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts.*

IV.

UNTERSUCHUNGEN
über
die Fortpflanzung der Wärme durch verschiedene Mittel,

von

Benjamin Grafen von Rumford
in London. *)

INHALT.

Beschreibung der Instrumente, die zu diesen Versuchen, besonders mit der Torricellischen Leere, gebraucht wurden. Die Wärme pflanzt sich in der Torricellischen Leere mit gröſserer Schwierigkeit fort, als in der Luft. Verhältniſs des Wärmeleitungsvermögens der Torricellischen Leere, der gewöhnlichen Luft, der Gasarten, feuchter und verdünnter Luft, des Queckſilbers und des Waſſers gegen einander, durch Versuche beſtimmt.

Verhältniſsmäſsige Wärme verſchiedener Stoffe, die zur Kleidung dienen. Wie dieſe ihre Wärme abhängt von ihrer Dichtigkeit, Structur oder chemiſchen Beſchaffenheit. Ver-

*) Der in den *Annalen*, III, 365, Anm., verſprochene, ſehr zuſammengedrängte Auszug aus des Grafen Rumford's *Eſſay* VIII, welcher im zweiten Theile ſeiner *Eſſay's* von S. 389 — 465 geht, und in zwei Kapiteln Unterſuchungen enthält, die zwar zu den ältern Rumfordſchen gehören, doch, ſelbſt wenn ſie minder intereſſant wären, ſchon deshalb hier eine Stelle verdienen, weil ſie zeigen, wie Graf Rumford auf ſeine Lehre von dem Nichtleitungsvermögen aller Flüſſigkeiten für Wärme kam. *d. H.*

ſuche mit Holzkohle, Lampenſchwärze, Holzaſche, Semen Lycopodii. Alle dieſe Verſuche zeigen, daſs die Luft in den Zwiſchenräumen dieſer Stoffe groſsen Antheil an ihrer ſtärkern Nichtleitung der Wärme habe. Wie ſie die Luft in der Fortpflanzung der Wärme hindern. — Entſcheidender Verſuch, daſs die Luft ein vollkommner Nichtleiter der Wärme iſt. — Intereſſante Erſcheinungen, die ſich daraus in der Natur erklären laſſen. — Zuſammenhang dieſer Abhandlung mit den übrigen des Grafen Rumford.

Aus der auffallenden Aehnlichkeit des elektriſchen Fluidums und der Wärme in Rückſicht ihrer *Leiter* und *Nichtleiter*, (da faſt alle gute Leiter der Elektricität auch gute Wärmeleiter ſind, und Körper, die jene ſchlecht leiten, auch dieſe nur ſchecht fortpflanzen,) glaubte ich ſchlieſsen zu dürfen, daſs ſich die Wärme in der *Torricelliſchen Leere* ſehr leicht fortpflanzen würde, weil ſie dem elektriſchen Fluido einen ſo leichten Durchgang gewährt. Dieſes nahm ich mir vor durch Verſuche zu bewähren. Die gewöhnlichen Verſuche mit Körpern, die unter der Glocke einer Luftpumpe erwärmt und abgekühlt werden, können hierüber nichts entſcheiden, weil ſich eines Theils durch die Luftpumpe kein völlig luftleerer Raum hervorbringen läſst, andern Theils auch der feuchte Dunſt, der von dem naſſen Leder und dem Oehle in der Maſchine aufſteigt, die Glocke mit einer wäſſerigen Flüſſigkeit füllt, die, ſo ſehr ſie auch verdünnt iſt, doch noch einen groſsen Theil Wärme fortpflanzt. Ich muſste daher auf andere Vorkehrungen denken.

Ein noch nicht gefülltes Thermometer, mit einem kugelförmigen Behältnisse von $\frac{3}{4}$ par. Zoll Durchmesser, wurde mit diesem Behältnisse in der Mitte einer gröfsern hohlen Glaskugel, von $1\frac{3}{4}$ par. Zoll Durchmesser, deren Hals ich an die Thermometer-Röhre, $7\frac{1}{2}$ Linie über das Queckfilberbehältnifs anschmolz, so befestigt, dafs die Kugel von aller Gemeinschaft mit der äufsern Luft abgeschnitten war. Aus dem Boden der Glaskugel ging eine kleine hohle Röhre oder ein Zapfen hervor, und an diese war eine gemeine 32 Zoll lange Barometer-Röhre angeschmolzen. Mittelst ihrer liefs sich die Glaskugel rings um den Thermometer-Behälter und dann diese Röhre selbst mit heifsem Queckfilber füllen, das zuvor durch Kochen von aller Luft und Feuchtigkeit befreit worden war. Der ganze Apparat wurde dann sorgsam umgekehrt und das offene Ende der Röhre in ein Gefäfs mit Queckfilber gestellt, worauf das Queckfilber aus der Glaskugel bis auf die Barometer-Höhe, (damahls 28 engl. Zoll,) herabsank und so um den Thermometer-Behälter eine Torricellische Leere bildete. Nun schmolz ich die Röhre, vorm Löthrohre, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll unter der Glaskugel zu, und schnitt mit einer feinen Feile den übrigen Theil der Barometer-Röhre ab. Das Thermometer ward nachher auf die gewöhnliche Art mit Queckfilber gefüllt, und so befafs ich ein Thermometer, dessen unterer Theil in die Mitte einer *Torricellischen Leere* eingeschlossen war. Fig. 3, Taf. VI.

Verſuch 1. Dieſes Inſtrument ſetzte ich in ein Gefäſs mit Waſſer, von 18° Reaum. Temperatur, und lieſs es darin ſo lange, bis das Queckſilber im Thermometer gleichfalls auf 18° ſtand; dann nahm ich es heraus und ſtürzte es ſchnell in ein Gefäſs mit kochendem Waſſer; und indem ich es an dem Ende der Röhre ſo in Waſſer, (das beſtändig im Kochen erhalten wurde,) hielt, daſs die Glaskugel nur gerade untergetaucht war, bemerkte ich die Anzahl der Grade, zu welcher in den verſchiedenen Zeit-Momenten von dem Augenblicke des Eintauchens an, das Queckſilber in dem Thermometer ſtieg. So fand ich, daſs, nach 1′ 30″, das Queckſilber von 18° bis 27°; nach 4′ bis 44°,9, und nach Verlauf von 5′ bis auf 48°,2 geſtiegen war.

Verſuch 2. Ich nahm das Inſtrument aus dem kochenden Waſſer, brach, nachdem es abgekühlt war, ein Stück von der hermetiſch verſchloſſenen Röhre an der äuſsern Glaskugel ab, ſo daſs dieſe ſich nun mit Luft rings um die Thermometer-Kugel füllte, und ſchmolz darauf wieder die kleine Röhre am Boden der Glaskugel vor dem Löthrohre zu. Mit dem ſo veränderten Inſtrumente wiederhohlte ich den vorigen Verſuch, mit allen Umſtänden, und fand nun folgendes periodiſche Steigen des Queckſilbers im Thermometer, von 18° an:

Zeit, wie lange das Thermometer im kochenden Waſſer war.	Erlangte Wärme, da es zu Anfang auf 18° R. ſtand.
0′ 45″	27°
1 0	34,4
2 10	44,9
2 40	48,2
4 0	56,2
5 0	60,9

Aus dieſem Verſuche erhellt ſehr deutlich, daſs die Torricelliſche Leere, die dem elektriſchen Fluido einen ſo leichten Durchweg darbietet, weit entfernt, ein guter Wärmeleiter zu ſeyn, vielmehr ein ſchlechterer Leiter derſelben, als die gemeine Luft iſt, die doch ſelbſt zu den ſchlechteſten Wärmeleitern gehört. Denn in dem letzten Verſuche, als der Thermometer-Behälter mit Luft umgeben und das Inſtrument ins kochende Waſſer getaucht war, ſtieg in 45 Sekunden das Queckſilber von 18° bis 27°; da hingegen es im erſten Verſuche, von einer Torricelliſchen Leere umſchloſſen, 1′ 30″ Zeit bedurfte, um im kochenden Waſſer dieſen Grad der Wärme zu erreichen. In der Torricelliſchen Leere brauchte es 5 Minuten, um bis auf 48°,2 zu ſteigen; in der Luft hingegen ſtieg es zu dieſer Höhe in 2′ 40″. Das Verhältniſs der Zeiten bei den andern Beobachtungen iſt beinahe daſſelbe, als in dieſen.

Beide Verſuche wurden zu *Manheim* den erſten Juli 1785 in Gegenwart der Herren Hemmer, Prof. der kurfürſtl. Akademie der Wiſſenſchaften, und Artaria, meteorologiſchen Inſtrument-Ma-

chers bei der Akademie, angeſtellt, die mir dabei hülfreiche Hand leiſteten.

Da ich die Verfertigung des gebrauchten Inſtruments ſehr mühſam und ſchwer fand, weil man bei dem Anſchmelzen der Glaskugel an die Thermometer-Röhre dieſe leicht verſchlieſsen, oder auf eine andere Art verletzen kann; ſo dachte ich auf eine bequemere Einrichtung.

Ich lieſs an das Ende einer ungefähr 11 Zoll langen Glasröhre, die beinahe $\frac{3}{4}$ Zoll im Lichten hatte, eine hohle Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer anblaſen, in deren Boden ſich eine $\frac{1}{4}$ Zoll weite, 1 Zoll lange Röhre befand, und verengerte dann die erſte Röhre, ungefähr 2 Zoll über der Kugel, vor dem Löthrohre ſo, daſs die Röhre meines Thermometers gerade hineinpaſste. Dieſes Thermometer hatte wiederum eine Kugel von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, über welcher der Gefrierpunkt ungefähr $2\frac{3}{4}$ Zoll lag. Dieſer Punkt und jeder der andern 80 Grade waren mit feinen um die Röhre gewundenen Seidenfäden, die, mit Lackfirniſs angefeuchtet, feſt an der Röhre anklebten, bezeichnet, und ſo wurde das Thermometer in die oben beſchriebene Glasröhre, durch die Oeffnung im Boden der Glaskugel, ſo weit hineingeſchoben, daſs der Mittelpunkt des Thermometer-Behälters gerade in den Mittelpunkt der Glaskugel zu ſtehen kam. Ich bezeichnete mir hierauf eine Stelle auf der gläſernen Röhre, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll über dem Siedepunkte des eingeſchloſſenen Thermometers, nahm dieſes heraus, um die Glasröhre

an jener Stelle ebenfalls zu verengern und etwa ½ Zoll darüber abzuschneiden, steckte dann das Thermometer zum letzten Mahle hinein, das nun oben etwas über die verengerte Stelle der Glasröhre herausragte, und verschloss dann an der Lampe die Oeffnung im Boden der Glaskugel. Darauf stellte ich mittelst des obern herausragenden Endes der Thermometer-Röhre den Thermometer-Behälter so genau als möglich in die Mitte der hohlen Glaskugel, und schmolz an die Thermometer-Röhre ein Glaskügelchen an, das etwas gröfser als die Oeffnung der hohlen Glasröhre an der obern verengerten Stelle war, und indem es auf dieser ruhte, das Thermometer mit dem Mittelpunkte seines Behälters in der Mitte der ihn umschliefsenden Glaskugel schwebend erhielt. Das oberste Ende der Glasröhre über der obern Verengerung ward nun vor dem Löthrohre zu einer konischen Spitze ausgezogen und an eine Barometerröhre angeschmolzen; vermittelst welcher, wie zuvor, durch hineingegossenes Queckfilber, die Glasröhre und die Kugel, welche das Thermometer umschlossen, vollkommen luftleer gemacht, und zuletzt das Ende der Glasröhre hermetisch versiegelt und von der Barometer-Röhre getrennt wurde. So befand sich nun das Thermometer wiederum mitten in einer Torricellischen Leere; Fig. 4, Taf. VI.

Solcher Instrumente verfertigte ich zwei, so viel möglich, genau von einerlei Gröfse: das *erste*, No. 1, von aller Luft befreit; das *zweite*, No. 2, mit her-

metiſch verſchloſſener Luft gefüllt. Mit ihnen machte ich den 11ten Juli 1785 zu *Manheim* zwiſchen 10 und 12 Uhr noch folgende Verſuche. Das Wetter war ſchön und heiter; das Barometer ſtand auf 27 Zoll 11 Linien, Reaumür's Thermometer auf 15° und das Federkiel-Hygrometer der Manheimer Akademie auf 47°.

Verſuch 3 — 6. Ich ſtellte beide Inſtrumente in eine Miſchung von zerſtoſsenem Eiſe und Waſſer, ſo lange bis das Queckſilber der eingeſchloſſenen Thermometer auf o° gefallen war, dann nahm ich ſie heraus, tauchte ſie plötzlich in ein groſses Gefäſs mit kochendem Waſſer, und bemerkte wiederum die Zeit, die das Queckſilber brauchte, um ſich in den Thermometern von 10 zu 10 Graden, von o° bis 80°, zu erheben. Das Waſſer wurde beſtändig kochend erhalten, und die Inſtrumente immer nur ſo weit eingetaucht, daſs die Oberfläche des Waſſers bis an den Null-Punkt reichte. Dieſe Verſuche wiederhohlte ich zweimahl mit der gröſsten Sorgfalt, und aus der folgenden Tafel kann man das Reſultat derſelben erſehn.

Thermometer 1.						Thermometer 2.					
Zeit des Steigens von 10° zu 10° Verſ. 3.		Steigens zu 10° Verſ. 4.		Erlangte Wärme von 0° an.		Zeit des Steigens von 10° zu 10° Verſ. 5.		Steigens zu 10° Verſ. 6.		Erlangte Wärme von 0° an.	
0′	51″	0′	51″	10°		0′	30″	0′	30″	10°	
0	59	0	59	20		0	35	0	37	20	
1	1	1	2	30		0	41	0	41	30	
1	18	1	22	40		0	49	0	53	40	
1	24	1	23	50		1	1	0	59	50	
2	0	1	51	60		1	24	1	20	60	
3	30	3	6	70		2	45	2	25	70	
11	41	10	27	80		9	10	9	38	80	
22	44	21	1	die ganze Zeit des Steigens von 0° bis 80°		16	55	17	3	die ganze Zeit, die nöthig war, das Thermometer von 0° bis 80° zu erwärmen.	
Total-Zeit von 0° bis 70°						Total-Zeit von 0° bis 70°					
In Verſuch 3		11′	3″			In Verſuch 5		7′	45″		
In Verſuch 4		10′	34″			In Verſuch 6		7′	25″		
Mittelzahl =		10′	48½″			Mittelzahl		7′	35″		

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daſs unter den beſchriebenen Umſtänden die leitende Kraft der Luft zu der der Torricelliſchen Leere ſich umgekehrt verhält, wie $7\frac{35}{60}$ zu $10\frac{48\frac{1}{2}}{60}$; oder beinahe wie 1000 zu 702.

In dieſen Verſuchen drang die Wärme in den untern Behälter des Thermometers durch das ihn umgebende Medium. Um dieſen Verſuch *umgekehrt* anzuſtellen und die Wärme aus dem Thermometer herausziehen zu laſſen, ſtellte ich die Inſtrumente in kochendes Waſſer, bis ſie die Temperatur deſſelben erhalten hatten, dann nahm ich ſie heraus, tauchte ſie ſchnell in eine Miſchung von geſtoſsenem Eiſe

und Waſſer, und fand die Zeit, die ſie zum Abkühlen brauchten, wie folget:

Thermometer 1. Zeit des Sinkens von 10° zu 10° Verſ. 7.		Verſ. 8.		Erlangte Wärme von 80° an.
0′	58″	0′	54″	70°
1	2	1	2	60
1	17	1	18	50
1	46	1	37	40
2	5	2	16	30
3	14	3	10	20
5	42	5	59	10
Nicht beobachtet				0
Ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°				
In Verſuch 7		16′	4″	
In Verſuch 8		16′	16″	
Mittelzahl		16′	10″	

Thermometer 2. Zeit des Sinkens von 10° zu 10° Verſ. 9.		Verſ. 10.		Erlangte Wärme von 80° an.
0′	33″	0′	33″	70°
0	39	0	34	60
0	44	0	44	50
0	55	0	55	40
1	17	1	18	30
1	57	1	57	20
3	44	3	40	10
40	10	Nicht beobachtet		0
Ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°				
In Verſuch 9		9′	49″	
In Verſuch 10		9′	41″	
Mittelzahl		9′	45″	

Aus dieſen Verſuchen erſieht man, daſs die leitende Kraft der Luft zu der der Torricelliſchen Leere ſich umgekehrt verhält, wie $9\frac{45}{60}$ zu $16\frac{10}{60}$, oder wie 1000 zu 603.

Um zu ſehen, ob daſſelbe Geſetz ſich auch beſtätigen würde, wenn man das erwärmte Thermometer, ſtatt im gefrierenden Waſſer, bloſs in *freier Luft* ſich abkühlen läſst, machte ich folgende Verſuche. Die Thermometer, No. 1 und 2, wurden, wie bei den letztern Verſuchen, wieder in kochendem Waſſer bis zu 80° erwärmt und dann in der Mitte einer groſsen Stube, deren Luft in vollkommener Ruhe und von 16° Reaum. Wärme war, aufgehängt.

Verſuch 11. Thermometer 1.		Verſuch 12. Thermometer 2.	
Zeit von 10° zu 10°.	Abnahme der Wärme von 80° an.	Zeit von 10° zu 10°.	Abnahme der Wärme von 80° an.
Nicht bemerkt	70°	Nicht bemerkt	70°
1′ 24″	60	0′ 51″	60
1 44	50	1 5	50
2 28	40	1 34	40
4 16	30	2 41	30
10 12 die ganze Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°.		6 11 die ganze Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°.	

Hier ſcheint der Unterſchied in den leitenden Kräften der Luft und der Torricelliſchen Leere beinahe derſelbe, wie in den vorhergehenden Verſuchen zu ſeyn. Das Verhältniſs derſelben war umgekehrt wie $6\frac{11}{60}$ zu $10\frac{12}{60}$ oder wie 1000 zu 605. Die Zeit der Abkühlung von 80° bis 70° konnte ich nicht beobachten, weil ich innerhalb derſelben mit dem Aufhängen der Inſtrumente beſchäftigt war.

Da man gegen die Schlüſſe, welche Graf Rumford aus dieſen Verſuchen zieht, vielleicht einwenden könnte, daſs, ungeachtet aller Sorgfalt, die beiden Inſtrumente in allen Stücken vollkommen gleich zu machen, ſie doch leicht ſo ſehr in Geſtalt und Gröſse von einander abweichen konnten, daſs daraus ein ſehr anſehnlicher Irrthum in dem Reſultate dieſer Verſuche veranlaſst werden muſste; ſo wiederhohlte er mit dem Inſtrumente No. 1 den Verſuch 1 und 2 ganz nach der vorhin beſchriebenen Art, (Verſuch 13, 14, deren Detail er zwar mittheilt, ich hier aber übergehe.) Aus dieſen Ver-

fuchen mit demſelben Inſtrumente, das ein Mahl eine Torricelliſche Leere bildete, das zweite Mahl, (bei 27″ 11‴ Barometer-Höhe, 15° Thermometer- und 47° Hygrometer-Stand,) hermetiſch verſchloſſene Luft enthielt, folgt, daſs die leitende Kraft der gemeinen atmoſphäriſchen Luft ſich zu der der Torricelliſchen Leere umgekehrt verhält, wie $7\frac{40}{60}$ zu $11\frac{4}{60}$, oder wie 1000 zu 602, welches nur ſehr wenig von dem Reſultate der vorhergehenden Verſuche abweicht. Ein Zeichen, daſs aus der geringen Verſchiedenheit in beiden Inſtrumenten kein merklicher Irrthum in den Reſultaten entſtand.

Neugierig, zu wiſſen, fährt der Graf fort, ob eine beträchtliche Verſchiedenheit in der Gröſse dieſer Inſtrumente auf den Verſuch Einfluſs habe, verſah ich mich mit einem dritten Inſtrumente, das von den vorigen in der Gröſse, auch etwas in der Geſtalt abwich. Das Thermometer-Behältniſs war gerade ſo wie vorhin, die Thermometer-Röhre aber enger, und daher die mit verſchiedenfarbigen Seidenfäden bezeichneten Grade beträchtlich gröſser. Die hohle Glaskugel um das Thermometer hatte dagegen nun 3 Zoll $7\frac{1}{2}$ Linie und die daran befindliche Glasröhre 8 Linien im Durchmeſſer. Letztere war ein wenig länger als die Thermometer-Röhre und nirgends verengt, ſondern vollkommen cylindriſch; ein ſtark überfirnilster einlutirter Holzſtöpſel verſchloſs ihr oberes Ende luftdicht, und hielt zugleich das darein befeſtigte Thermometer in der gehörigen Lage, wozu überdies eine kleine an der

Thermometer-Röhre, unter dem Null-Punkte angebrachte ſtählerne Feder mit drei auswärts hervorſpringenden Spitzen, die ſich an die innere Seite des Glas-Cylinders andrückten, mitwirkte. Das ganze Inſtrument, von dem Boden der Kugel bis zur äuſserſten Spitze, war 18 Zoll lang, und der Gefrierpunkt lag 3 Zoll über dem Thermometer-Behälter, alſo ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll über der Verbindung des Glas-Cylinders mit der Kugel. Durch den Stöpſel, der das Ende des Glas-Cylinders verſchloſs, gingen noch zwei kleine darein eingekittete Glasröhren, die 1 Linie weit waren, ungefähr 1 Linie über den Stöpſel hervorragten, und wenn es nöthig war, mit kleinen Stöpſeln verſtopft wurden; ſie dienten, Luft oder ein anderes Fluidum in die Glaskugel zu bringen, ohne daſs man dazu den Stöpſel des Cylinders abnehmen durfte.

Mit dieſem Inſtrumente, das ich Thermometer N. 3 nenne, (Fig. 5,) machte ich den 18. Juli 1785 des Nachmittags folgenden Verſuch. Das Wetter war veränderlich, Wolken und Sonnenſchein wechſelten, der Wind wehte ſtark aus S. O., und dann und wann regnete es etwas. Das Barometer ſtand auf 27 Zoll $10\frac{1}{2}$ Linie, das Thermometer auf 18°, das Hygrometer wankte von 44° bis zu auſserordentlicher Feuchtigkeit. Die Glaskugel war bei dieſem Verſuche voll Luft, das Verfahren gerade ſo wie in Verſuch 4 und 5, daher ich zur Vergleichung das Mittel aus dieſen beiden Verſuchen daneben ſetze.

Verſuch 15.
mit Thermometer 3.

Zeit von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme von 0° an in kochendem Waſſer.
0′ 33″	10°
0 38	20
0 44	30
0 51	40
1 7	50
1 28	60
2 28	70
9 0	80
16 59	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 80°.

Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°: 7′ 59″.

Verſuch 4 und 5 im Mittel,
mit Thermometer 1.

Zeit von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme von 0° an.
0′ 30″	10°
0 36	20
0 41	30
0 51	40
1 0	50
1 22	60
2 35	70
9 24	80
16 59	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 80°.

Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°: 7′ 35″.

Wenn die Uebereinſtimmung dieſer mit den Thermometern N. 2 und 3 angeſtellten Verſuche mich überraſchte, ſo war ich deſto mehr über die Abweichung in dem folgenden Verſuche überraſcht.

Verſuch 16. Nachdem ich das Thermometer N. 3 aus dem kochenden Waſſer herausgenommen hatte, hing ich es ſogleich in die Mitte einer groſsen Stube, wo die Luft ganz ruhig und die Temperatur 18°¼ R. war, und bemerkte folgende Zeiten des Abkühlens.

Zeit von 10° zu 10°.	Wärmesabnahme von 80° an.
1′ 55″	70°
0 12	60
0 33	50
2 15	40
4 0	30
9 55	ganze Zeit des Abkühlens von 80°

bis 30°; und 8′ = Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°. Diese Zeit des Abkühlens von 70° bis 30° betrug aber in Versuch 12 mit Thermometer No. 2 nur 6′ 11″. Eben so währte das Abkühlen von 60° bis 30° bei Thermometer N. 3 7′ 48″, bei Thermometer N. 2 nur 5′ 20″. Die Luft der Stube war zwar bei dem frühern Versuche um 2½° kühler als bei diesem letztern mit Thermometer 3; doch konnte diese Temperatur-Verschiedenheit unmöglich allein einen so in die Augen fallenden Unterschied in den Resultaten der Versuche veranlassen. Nimmt etwa die Luft die Wärme mit mehrerer Bereitwilligkeit auf, als sie sich von ihr trennt? — Diese Frage verdient eine weitere Nachforschung; für jetzt will ich sie indess dahin gestellt seyn lassen, und in der Mittheilung meiner Versuche fortfahren.

Da die Gewissheit *des Durchganges der Wärme durch die Torricellische Leere*, und die so viel als möglich genaue Kenntniss von dem Gesetze ihrer Bewegung durch dieselbe, für unsre Kenntniss von der Natur der Wärme von Wichtigkeit ist, ich auch befürchten muss, dass einige die eben beschriebenen Versuche als Beweise dieses Durchganges zuzulassen, aus dem Grunde anstehn möchten, weil die eingeschlossene Thermometer-Röhre mit den sie umschliessenden Glaskugeln und Cylindern in Berührung waren, folglich die Wärme durch die verbundenen Glaswände ihnen zugeführt seyn konn-

te; *) so stellte ich folgenden Versuch an, um jenen Durchgang ausser allen Zweifel zu setzen.

Ich hing in der Mitte eines birnförmigen Glaskörpers, dessen Länge ungefähr 8 Zoll und dessen grösster Durchmesser $2\frac{1}{2}$ Zoll betrug, mittelst eines feinen Seidenfadens ein kleines 5^{1} Zoll langes Queckfilber-Thermometer frei schwebend an eine kleine Stahlfeder auf. Diese Feder war in eine kleine an das oberste Ende des Glaskörpers angeblasene Höhlung hineingezwängt. Im Boden des Glaskörpers war wiederum eine Oeffnung, um das Thermometer hineinzubringen, und mittelst einer angeschmolzenen Barometer-Röhre und ausgekochten Queckfilbers, wie zuvor, den innern Raum des Glaskörpers luftleer zu machen, worauf man diese Oeffnung hermetisch verschlofs und die Barometer-Röhre abschnitt. Da in diesem Instrumente das eingeschlossene Thermometer den Glaskörper nirgends berührte, sondern rund herum über 1 Zoll weit von der innern Oberfläche desselben abstand, so ist es klar, dafs alle die Wärme, die in oder aus dem Thermometer ging, durch die umgebende Torricellische Leere ihren Durchweg genommen haben mufste. Denn es läfst sich nicht denken, dafs der

*) Ein Zweifel, den besonders der selige Gren diesen Rumfordischen Versuchen an mehrern Orten entgegensetzte, und weshalb er keine Rücksicht auf sie nahm und ihren Werth unter Verdienst herabwürdigte. d. H.

feine Seidenfaden, an welchem das Thermometer hing, irgend eine merkliche Wärme Quantität fortpflanzen konnte. *) Mit diesem Instrumente glaube ich daher den Durchgang der Wärme durch die Torricellische Leere in folgenden Versuchen aufser allen Zweifel gesetzt zu haben, hinderte mich gleich ein unglücklicher Zufall, diese Versuche so weit, als ich es Willens war, fortzusetzen.

Ich befestigte das Instrument an ein kleines hölzernes Fufsgestell in senkrechter Lage, stellte daneben das Thermometer No. 2, das in der Glaskugel mit Luft umgeben war, und bemerkte nun die Wirkungen in beiden bei abwechselnder Wärme der Stubenluft, wobei sich sehr bald zeigte, dafs die Wärme durch die Torricellische Leere zwar durchdrang, aber mit viel gröfserer Schwierigkeit als durch die gemeine Luft. Ich tauchte nun beide Thermometer in ein Gefäfs mit kaltem Wasser; und wiederum fiel das Queckfilber des mit Luft umgebenen Thermometers viel schneller, als das in der Torricellischen Leere. Ich nahm sie darauf aus dem kalten Wasser heraus und tauchte sie in heifses; und das mit der Torricellischen Leere umgebene Thermometer zeigte sich auch hier viel weniger empfindlich, als das mit Luft umgebene.

*) Vielleicht wäre es doch der Mühe werth gewesen, auch noch diesen Zweifel durch einen leicht anzustellenden Versuch zu heben. d. H.

Um die Verſuche in der gehörigen Form mit gefrierendem und kochendem Waſſer zu wiederhohlen, hatte ich damahls gerade nicht alles bei der Hand. Ich benutzte aber die erſte Gelegenheit, die mit den Inſtrumenten No. 1 und No. 2 gemachten Verſuche auch mit dieſem Inſtrumente zu wiederhohlen, ſtellte es dabei in eine Miſchung von geſtoſsenem Eiſe und Waſſer, und tauchte es, als das eingeſchloſſene Thermometer auf 0° gefallen war, ſchnell in kochendes Waſſer. Unglücklicher Weiſe ſprang aber hierbei der Glaskörper, da, wo er hermetiſch verſiegelt war, und ſeitdem habe ich noch keine Gelegenheit gehabt, mich mit einem ähnlichen Inſtrumente aufs neue zu verſehen.

Es gehörte mit zu meinem Plane, *die leitenden Kräfte der künſtlichen Luftarten* oder *Gaſſe zu prüfen.* Das Thermometer No. 3 war zu dieſen Verſuchen eingerichtet, und ich fing mit der *fixen Luft* an, mit der ich die das Thermometer umgebende Glaskugel und den Cylinder, unter Waſſer, füllte, worauf die beiden kleinen Röhren des groſsen Stöpſels, der das Ende des Cylinders verſchloſs, verſtopft wurden. Das Inſtrument wurde wiederum in gefrierendem Waſſer bis auf 0° gebracht und dann in kochendes Waſſer getaucht. Hierbei ereignete ſich aber ein Umſtand, der den Verſuch plötzlich unterbrach. Das Queckſilber im Thermometer fing nämlich mit einer ſo ungewöhnlichen Geſchwindigkeit an zu ſteigen, daſs es ſchon über die erſten 10° hinaus war, ehe ich es ins Auge faſste,

und bald darauf wurde der Stöpfel aus dem Ende des Cylinders mit einem ſtarken Knalle herausgeworfen und das daran befeſtigte Thermometer zerbrochen.

Dieſer verunglückte Verſuch beendigte zwar für dieſes Mahl die Unterſuchung mit Gasarten, führte mich aber zu andern nicht minder intereſſanten Unterſuchungen. Ich ſchrieb die Exploſion der Ausdehnung des Waſſers zu, das beim Füllen an der innern Fläche der Glaskugel und des Cylinders zurückgeblieben ſeyn, und auch das ſchnelle Aufſteigen des Queckſilbers bewirkt haben mochte. Dieſe Vermuthung führte mich darauf, die *Wärme leitende Kraft* der *feuchten*, *mit Waſſer geſättigten Luft* zu unterſuchen.

Zu dem Ende verſah ich mich mit einem neuen Inſtrumente, No. 4, dem vorigen ähnlich, nur daſs jetzt der hohle Glas-Cylinder $\frac{3}{4}$ Zoll weit und 14 Zoll lang war, die Kugel $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, und das Thermometer allein von dem 2 Zoll langen Korkſtöpfel, durch den es ging, und der den Glas-Cylinder verſchloſs, feſt gehalten wurde, (Fig. 6.) Die beiden dünnen Glasröhren, welche überdies durch den Stöpfel gingen, wurden jetzt nur leicht verſtopft, damit ſie bei einem beträchtlichen Drucke der verſchloſſenen Luft oder des Dunſtes herausgeſtoſsen, und ſo das Inſtrument geſichert werden möchte. Saſs gleich das Thermometer bei dieſer Befeſtigungsart minder unbeweglich als in den 3 vorigen Inſtrumenten, indem es bei einer plötzli-

chen Bewegung etwas zitterte und schwankte; so zog ich sie doch den vorigen vor, weil hier der untere Theil des Thermometers frei schwebte, ohne den Glas-Cylinder unmittelbar, oder durch eine Stahlfeder zu berühren, mithin durch die feste Verbindung noch weniger konnte Wärme zugeführt erhalten.

Vermehrt die Feuchtigkeit die leitende Kraft der Luft? Zur Entscheidung dieser Frage stellte ich folgenden Versuch an, wobei das Instrument No. 4 in gefrierendem Wasser auf 0° gebracht, und dann in kochendes Wasser getaucht wurde. Das Wetter war schön und heiter, das Barometer stand auf 27 Zoll 8 Linien, das Thermometer auf 19°, und das Federkiel-Hygrometer der Mannheimer Akademie auf 44°.

Versuch 17,
mit Luft von 44° Trockenheit nach dem Mannheimer Federkiel-Hygrometer.

Zeit von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme von 0° an.
0′ 34″	10°
0 39	20
0 44	30
0 51	40
1 6	50
1 35	60
2 40	70
Nicht beobachtet	80

8′ 9″ ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.

Versuch 18,
mit Luft, die durch Benässen der innern Seite des Cylinders und der hohlen Glaskugel möglichst feucht gemacht war.

Zeit von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme von 0° an.
0′ 6″	10°
0 4	20
0 5	30
0 9	40
0 18	50
0 26	60
0 43	70
7 45	80

1′ 51″ ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.

Aus dieſen Verſuchen iſt zu erſehen, daſs die Wärme leitende Kraft der Luft durch Feuchtigkeit ſehr ſtark vermehrt wird. Um zu erfahren, ob daſſelbe Reſultat ſtatt haben würde, wenn ich den Verſuch umkehrte, nahm ich das Thermometer mit der feuchten Luft aus dem kochenden Waſſer heraus, tauchte es in gefrierendes, und bemerkte die Zeit des Abkühlens. Dabei ſetze ich zur Vergleichung die Reſultate des 10ten Verſuchs, der mit gleich trockner Luft wie Verſuch 18, im Inſtrumente No. 2, angeſtellt wurde.

Verſuch 19. mit feuchter Luft in Thermometer No. 4.		Verſuch 10. mit trockner Luft in Thermometer No. 2.	
Zeit von 10° zu 10°.	Wärmeabnahme von 80° an.	Zeit von 10° zu 10°.	Wärmeabnahme von 80° an.
0′ 4″	70°	0′ 33″	70°
0 14	60	0 34	60
0 31	50	0 44	50
0 52	40	0 55	40
1 22	30	1 18	30
2 3	20	1 57	20
4 2	10	3 40	10
9 8 ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°.		9 12 ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°.	

Obgleich der Unterſchied der ganzen Zeiten des Abkühlens von 80° bis 10° bei dieſen beiden Verſuchen ſehr klein zu ſeyn ſcheint, ſo iſt doch der Unterſchied derſelben bei den erſten zwanzig oder dreiſsig Graden, vom Siedepunkte herab, ſehr auffallend, und zeigt die viel gröſsere Leichtigkeit, mit der die Wärme in dieſen Graden ihren Durchweg

durch feuchte als durch trockne Luft nimmt, oder sich von ihr trennt. Sogar die Langsamkeit, mit der bei diesem Versuche das Quecksilber in dem Thermometer Nr. 4 von dem 30sten bis zum 20sten und vom 20sten bis zum 10ten Grade fiel, schreibe ich einigermaßen der großen leitenden Kraft der feuchten Luft zu, mit der es umgeben war. Denn der Cylinder, der das Thermometer und die feuchte Luft in sich enthielt, war nicht ganz in gefrierendes Wasser getaucht, die atmosphärische Luft theilte ihre Wärme dem herausstehenden Stücke desselben mit, und sobald die feuchte eingeschlossene Luft kälter als die äußere wurde, leitete dieses Medium die Wärme dem eingeschlossenen Thermometer-Behälter zu, wodurch dieser an dem schnellen Abkühlen gehindert wurde, welches sonst erfolgt wäre.

Um nun auch die Wärme leitende Kraft der *gemeinen Luft bei verschiedenen Graden von Dichtigkeit* zu untersuchen, richtete ich das Instrument Nr. 4 aufs neue vor, verstopfte dabei die eine der kleinen Glasröhren, die durch den Stöpsel ging, öffnete die andere, befestigte davor ein Ventil, und setzte nun das Instrument unter die Glocke einer Luftpumpe, bei deren Spiel die Luft frei aus der Kugel und dem Cylinder herausging, indeß ihr durch das Ventil die Rückkehr beim Zulassen der Luft unter die Glocke verschlossen wurde. Die Birnprobe oder die Barometer-Probe an der Luftpumpe zeigte den Grad der Verdünnung der Luft unter

der Glocke, und folglich auch der Luft, womit die Kugel und der Cylinder um das Thermometer angefüllt waren. Das Wetter war ſchön und heiter; das Barometer ſtand auf 27 Zoll 9 Linien, das Thermometer auf 15°, und das Hygrometer auf 47°, als ich mit dieſem Inſtrumente Nr. 4 die folgenden drei Verſuche machte, wobei es anfangs in gefrierendem Waſſer auf 0° gebracht, und dann in kochendes getaucht wurde.

Verſuch 20, mit gemeiner Luft bei 17‴ 9‴ Barometer-Stand.		Verſuch 21, mit verdünnter Luft, in der die Barometer-Probe auf 6‴ 11½‴ ſtand.		Verſuch 22, mit verdünnter Luft, in der die Barometer-Probe auf 1′ 2‴ ſtand.	
Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an.	Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an.	Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an.
0′ 31″	10°	0′ 31″	10°	0′ 29″	10°
0 40	20	0 38	20	0 36	20
0 41	30	0 44	30	0 49	30
0 47	40	0 51	40	1 1	40
1 4	50	1 7	50	1 1	50
1 25	60	1 19	60	1 24	60
2 28	70	2 27	70	2 31	70
10 17	80	10 21	80	Nicht beob.	80
7 36 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		7 37 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		7 51 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.	

Ich geſtehe, daſs mich das Reſultat dieſer Verſuche nicht wenig überraſchte: da aber die Wahrheit das einzige iſt, was ich ſuche, und ich keine Lieblings Theorie zu vertheidigen habe, ſo iſt ſie mir willkommen, wenn ſie ſich mir auch auf die unerwarteteſte Art zeigt. Ich hoffe, daſs fernere Verſuche zu der Entdeckung der Urſache füh-

ren werden, warum nur ein so kleiner Unterschied in den leitenden Kräften der Luft, bei so sehr verschiedenen Graden der Verdünnung statt findet, da doch in den leitenden Kräften der Luft und der Torricellischen Leere eine so grofse Verschiedenheit obwaltet. Für jetzt will ich keine Vermuthungen über diesen Gegenstand wagen, sondern nur versichern, dafs man sich auf diese Versuche verlassen kann. Meine Abreise von Mannheim verhinderte mich, sie weiter fortzusetzen.

Hier noch im Kurzen einige Versuche, die ich zur Bestimmung der *Wärme leitenden Kräfte des Wassers* und des *Queckfilbers*, (welche in die hohle Glaskugel des Instruments Nr. 4 um die Thermometer-Kugel gegossen wurden,) auf dieselbe Art wie die vorigen Versuche anstellte, und eine Tafel, worin man mit einem Blicke die leitenden Kräfte aller der verschiedenen Mittel, die ich untersucht habe, übersehn kann

Vers. 23, mit Wasser.

Zeit, von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme v. 0° an.
0′ 19″	10°
0 8	20
0 9	30
0 11	40
0 15	50
0 21	60
0 34	70
2 13	80
1 57	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.

Versuch 24. 25. 26. mit Queckfilber.

Zeit von 10° zu 10°. Vers. 24.	Vers. 25.	Vers. 26.	Erlangte Wärme v. 0° an.
0′ 5″	0′ 5″	0′ 5″	10°
0 4	0 2	0 5	20
0 2	0 2	0 4	30
0 4	0 5	0 5	40
0 4	0 4	0 7	50
0 7	0 4	0 8	60
0 15	0 9	0 14	70
Nicht bemerkt.	0 58	Nicht bemerkt.	80
0 41	0 31	0 48	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°; im Mittel 36⅓″ Zeit.

Hieraus erhellet, dafs unter den beſchriebenen Umſtänden die leitende Kraft des Queckſilbers zu der des Waſſers ſich umgekehrt verhält, wie 36"$\frac{3}{4}$ zu 117", folglich wie 1000 zu 313. Daraus läſst ſich zugleich erklären, warum Queckſilber, das mit dem Waſſer eine gleich hohe oder niedrige Temperatur hat, doch beim Berühren ſo viel heiſser oder ſo viel kälter als dieſes erſcheint. Denn die Stärke der Empfindung, ſowohl der Wärme als der Kälte, hängt nicht bloſs von der Temperatur des Körpers ab, der dieſe Empfindungen in uns hervorbringt, oder von dem Wärmegrade, den er wirklich beſitzt; ſondern von der Quantität der Wärme, die er in irgend einem gegebenen kleinen Zeittheile uns mitzutheilen, oder von uns zu empfangen fähig iſt, d. h. von der Intenſität der Mittheilung; und dieſe hängt gröſstentheils von den leitenden Kräften dieſer Körper ab.

Die in uns erregte Empfindung, wenn wir eine Sache berühren, die uns heiſs zu ſeyn ſcheint, iſt der Eintritt der Wärme in unſern Körper; die Empfindung des Kaltſeyns iſt ihr Austritt: und was dazu beiträgt, dieſe Mittheilung zu erleichtern und zu beſchleunigen, vermehrt auch die Stärke der Empfindung. Und dieſes iſt ebenfalls ein Beweis, dafs das Thermometer kein richtiger Maafsſtab für die Intenſität der empfindbaren Wärme und Kälte in Körpern ſeyn kann, oder vielmehr, dafs das Gefühl uns keine richtige Anzeige von der wahren Temperatur der Körper darbietet.

Tabelle über die Wärme leitende Kraft verſchiedener Mittel nach den beſchriebenen Verſuchen, welche über die Torricelliſche Leere mit Inſtrument 1, über die andern mit Inſtrument 4, die erſt in gefrierendem Waſſer auf 0° gebracht, dann in kochendes Waſſer getaucht wurden, angeſtellt ſind.

Torricelliſche Leere, (Verſ. 4 und 13.) 3.	Gemeine Luft, Dichtigkeit = 1, (Verſuch 20.)	Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{2}$, (Verſuch 21.)	Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{32}$, (Verſuch 22.)	Feuchte Luft, (Verſuch 18.)	Waſſer, (Verſuch 23.)	Queckſilber, (Verſuch 24, und 26.) 25	Erlangte Wärme.
Zeit, in welcher das Thermometer von 10° zu 10° hinabſank:							
0′ 52″	0′ 31″	0′ 31″	0′ 29″	0′ 6″	0′ 19″	0′ 5″	10°
0 58	0 40	0 38	0 36	0 4	0 8	0 3⅓	20
1 3	0 41	0 44	0 49	0 5	0 9	0 2⅔	30
1 18	0 47	0 51	1 1	0 9	0 11	0 4⅓	40
1 25	1 4	1 7	1 1	0 18	0 15	0 5	50
1 58	1 25	1 19	1 24	0 26	0 21	0 6⅓	60
3 19	2 28	2 27	2 31	0 43	0 34	0 12⅔	70
11 57	10 17	10 21	—	7 45	2 13	0 58	80
10 53	7 36	7 37	7 51	1 51	1 57	0 36⅔	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.

Um die verhältnifsmäfsigen leitenden Kräfte dieſer Mittel zu beſtimmen, habe ich blofs die Zeiten der Erwärmung des Thermometers von 0° bis 70° gezählt, und nicht die von 0° bis 80°, theils weil die Veränderung in der Wärme des kochenden Waſſers, die aus der Veränderung des Gewichts der Atmoſphäre entſteht, bei 70° ſehr klein iſt; theils auch weil die Bewegung des Queckſilbers zwiſchen dem 70ſten und 80ſten Grade ſehr geringe, und es ſehr ſchwierig iſt,

genau den Augenblick zu bestimmen, wenn das Queckfilber beim 80sten Grade ankömmt.

Nehmen wir nun die leitende Kraft des Queckfilbers = 1000, so werden die leitenden Kräfte der andern Mittel, so wie sie durch diese Versuche bestimmt sind, folgende seyn:

Queckfilber	1000
Feuchte Luft	330
Wasser	313
Gemeine Luft, Dichtigkeit = 1	$80\frac{41}{100}$
Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{4}$	$80\frac{11}{100}$
Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{24}$	78
Die Torricellische Leere	55

In diesen Verhältnissen stehn die Wärme-Quantitäten, welche die genannten Mittel in irgend einer gegebenen gleichen Zeit fortpflanzen können. Die Zahlen drücken daher sowohl das Verhältniss der empfindbaren Temperaturen dieser Mittel bei gleicher Wärme derselben, als auch ihre leitenden Kräfte aus.

* * * *

Graf Rumford, als er gegenwärtigen Aufsatz bekannt machte, liefs eine Wiederholung und Vervollständigung dieser Versuche hoffen. Seine Untersuchung führte ihn aber späterhin auf einen andern Standpunkt, aus dem ihm alle Flüssigkeiten als *Nichtleiter* der Wärme erschienen, und diese Ideen suchte er in den interessanten Aufsätzen auszuführen, welche unsre Leser aus dem zweiten und dritten

ten Bande der *Annalen* sich erinnern werden. *) Dafür nahm er eine andere Reihe von Versuchen auf, über das *Wärme-Leitungsvermögen verschiedener fester Körper*, besonders von Stoffen, die zur *Kleidung* dienen, aus denen ich, um dem Wunsche mehrerer Leser nachzukommen, hier gleichfalls einen kurzen Auszug liefere, steht gleich eine ausführliche Uebersetzung des etwas weitschweifigen Rumfordschen Aufsatzes schon in Gren's *Journal der Physik*, B. V, S. 245—280.

Sein Apparat, dem er, (vielleicht nicht ganz glücklich,) den Nahmen: *Durchzugs-Thermometer*, (*Passage-Thermometer*,) giebt, blieb im Ganzen wie das Instrument Nr. 4. Der Thermometer-Behälter hatte jetzt 0,55 Zoll im Durchmesser, die Thermometer-Röhre war 10 Zoll lang, und die Skale darauf mit einem Diamanten eingerissen; der Glas-Cylinder, worin es schwebte, hatte $\frac{3}{4}$ Zoll, und die Kugel daran 6 Zoll im Durchmesser. Um die Glaskugel rund um das Thermometer-Behältniss mit dem zu untersuchenden Stoffe zu füllen, nahm man den Stöpsel sammt dem darein befestigten Thermometer aus dem Cylinder, schüttete die Glaskugel bis auf $\frac{2}{3}$ voll, steckte dann die Thermometer-Kugel einige Zoll tief in den Cylinder hinein, und schüttete den Ueberrest des Stoffs rund um die Thermometer-Röhre, schob den Stöpsel wieder hinein, und stiess den Stoff mit einem Drahte durch

*) Vergl. besonders *Annal.*, III, 330. 333. *d. H.*

eine dazu beſtimmte Oeffnung des Korkſtöpſels herunter, und vertheilte ihn ſo viel als möglich gleichförmig um den Behälter des Thermometers. Der Cylinder blieb frei, um die Thermometer-Skale nicht zu bedecken.

Bei den *Verſuchen* wurde das Inſtrument gewöhnlich zuerſt in kochendes Waſſer gethan, und wenn das Thermometer ungefähr bis zum Siede-Punkte geſtiegen war, in gefrierendes Waſſer getaucht, um ſo die Zeiten des Abkühlens zu bemerken. Dieſe Methode zog Graf Rumford dem bei den vorigen Verſuchen gebrauchten, umgekehrten Verfahren vor, weil er es eines Theils leichter und bequemer fand, das Thermometer, wenn es in gefrierendem, als wenn es in kochendem Waſſer ſteht, zu beobachten, andern Theils dieſes Verfahren für zuverläſſiger hält, weil, indeſs die Wärme des kochenden Waſſers ſich mit dem Barometer-Stande ändert, die Temperatur des geſtoſsenen Eiſes und Waſſers immer dieſelbe bleibt, und daher einen ſicherern Vergleichs-Punkt abgiebt. Gewöhnlich wurde das Thermometer nicht bis zum Siede-Punkte, ſondern nur bis auf ein oder zwei Grad über 75° erwärmt, dann aber herausgenommen, und über dem Gefäſse mit gefrierendem Waſſer bereit gehalten, um es in dem Augenblicke hinein zu tauchen, wenn das Queckſilber bis auf 75° herab kam. Eine Uhr, die halbe Sekunden ſchlug, und die er an das Ohr hielt, gab ihm die Zwiſchenzeiten der Thermometer-Stände von 10° zu 10°, von 70° bis 10°, nur ſelten bis

0° herab, um damit nicht allzu viel Zeit zu verlieren, dieſes Datum auch nicht von Wichtigkeit iſt. Das groſse irdene Gefäſs, worin ſich die gefrierende Miſchung befand, wurde zuerſt mit zerſtoſsenem Eiſe gefüllt, darauf Waſſer hinzugegoſſen, und darin das Thermometer während der Beobachtung hin und her bewegt, auch gehörig friſches Eis hinzugethan, ſo wie es das Bedürfniſs erforderte.

Es kam nun zuerſt darauf an, ſagt Graf Rumford, die verhältniſsmäſsigen Wärme leitenden Kräfte der Stoffe zu entdecken, deren man ſich gewöhnlich zur *Kleidung* bedient. Ich verſah mich daher mit folgenden: *roher Seide* ſo wie ſie vom Wurme kommt, *Schaafwolle*, *Baumwolle*, fein geſchabter *Irländiſchen Leinwand*, dem feinſten *Biber-Pelzwerk* das von dem Felle und den langen Haaren befreiet war, dem feinſten *Pelzwerke des weiſsen Ruſſiſchen Haſens* und mit *Eiderdunen*. Von dieſen Stoffen wurden ſtets 16 Gran in die Kugel des Durchgangs-Thermometers gethan, und ſo gleichförmig als möglich um den Behälter des Thermometers vertheilt. Zuerſt beſtimmte ich für dieſes Inſtrument Nr. 5 die Durchgangszeit der Wärme durch die *gewöhnliche Luft*, um damit die bei den übrigen Stoffen zu vergleichen.

Wärmeabnahme von 70° an.	Zeit von 10° zu 10°. Versuch 1.	Versuch 2.	Versuch 3. Wärmeannahme von 10° an.	Zeit v. 10° zu 10°.
60°	38″	38″	20°	39″
50	46	46	30	43
40	59	59	40	53
30	80	79	50	67
20	122	122	60	96
10	231	230	70	175
ganze Zeit von 70° bis 10°.	576	574	ganze Zeit von 10° bis 70°.	473

Die folgende Tafel zeigt die Resultate der Versuche mit den *übrigen Stoffen*, in Vergleich mit dem mit der Luft, wobei ich bemerken muss, dass viele dieser und der folgenden Versuche zwei- oder dreimahl wiederholt wurden, und dabei in ihren Resultaten aufs beste zusammenstimmten, wie z. B. drei andere Versuche mit 16 Gran Baumwolle 1049, 1047, 1042 Sekunden Zeit der Abkühlung von 70° bis 10° gaben.

Wärmeabnahme v. 70° an.	Zeiten des Erkaltens von 10° zu 10° bei Luft.	Rohener Seide 16 Gran.	Schafwolle 16 Gran.	Baumwolle 16 Gran.	Feingeschabt. Leinwand 16 Gr.	Biber-Pelzwerk 16 Gr.	Hasen-Pelzwerk 16 Gr.	Eiderdunen 16 Gran.
	V. 1.	V. 4.	V. 5.	V. 6.	V. 7.	V. 8.	V. 9.	V. 10.
60°	38″	94″	79″	83″	80″	99″	97″	98″
50	46	110	95	95	93	116	117	116
40	59	133	118	117	115	153	144	146
30	80	185	162	152	150	185	193	192
20	122	273	238	221	218	265	270	268
10	231	489	426	378	376	478	494	485
Ganze Zeit	576	1284	1118	1046	1032	1296	1315	1305

Da nun die Wärme eines Körpers, oder ſein Vermögen die Wärme an ſich zu halten, mit der Fähigkeit deſſelben gleich iſt, dem Durchgange der Wärme zu widerſtehn, (welches ich ſeine *nicht-leitende Kraft* nennen will;) und da die Zeit, die ein Körper, der mit einem Medium umgeben iſt, durch das die Wärme gehen muſs, zum Abkühlen braucht, bei übrigens gleichen Umſtänden, dem Widerſtande dieſes Mediums gegen den Durchgang der Wärme gleich iſt; ſo folgt, daſs die Wärme der unterſuchten Stoffe ſich wie die gefundenen Zeiten des Abkühlens verhält. Ihre leitenden Kräfte verhalten ſich, (wie vorhin gezeigt worden,) umgekehrt wie dieſe Zeiten. Man ſieht mithin, daſs von jenen Stoffen *Haſenfell* und *Eiderdunen* die wärmſten ſind; dann *Biberfell*, *rohe Seide*, *Schaafwolle*, *Baumwolle*, und zuletzt geſchabte feine *Leinwand*.

Ich bekenne aber, daſs ich die Unterſchiede der Wärme dieſer Subſtanzen viel geringer fand, als ich es erwartet hatte. Vielleicht, glaubte ich, habe darauf ihr ſpecifiſches Gewicht Einfluſs; da dieſes ſich aber nicht wohl mit aller Genauigkeit beſtimmen lieſs, ſo ſtellte ich dafür folgende drei Verſuche über den Einfluſs der Dichtigkeit der Bekleidung auf ihre Wärme an. Um das Thermometer-Behältniſs wurden das erſte Mahl 16, dann 32, zuletzt 64 Gran *Eiderdunen* in die hohle Glaskugel gebracht, ſo daſs ſie dieſe in allen drei Fällen ganz ausfüllten. Die Dicke der Bekleidung des Thermometers blieb folglich dieſelbe, während ihre Dichtig-

keit in dem Verhältniſſe von 1 : 2 : 4 verändert wurde. Folgendes waren die Reſultate:

Abnahme der Wärme v. 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Verſuch 11, mit 16 Gran.	Verſuch 12, mit 32 Gran.	Verſuch 13, mit 64 Gran.
60°	97″	111″	112″
50	117	128	130
40	145	157	165
30	192	207	224
20	267	304	326
10	486	565	658
Ganze Zeit v. 70° an.	1304	1472	1615

Da dieſe Verſuche zeigten, daſs eine gröſsere Dichtigkeit, bei unveränderter Dicke, die Wärme der Bekleidung ſo beträchtlich vermehrt, ſo war ich begierig zu wiſſen, ob nicht auch ihre *innere Structur* beiträgt, ſie unter übrigens gleichen Umſtänden für die Wärme mehr oder weniger durchdringbar zu machen. Unter innerer Structur verſtehe ich aber hier die Lage der Theilchen des Stoffs, die bald ſehr fein und weit von einander entfernt ſind, z. B. in roher Seide, wie ſie vom Wurme kommt; bald gröber ſind, aus gröſsern Maſſen beſtehn, und weitere Zwiſchenräume haben, wie z. B. in gezupfter Leinwand. Rührte die Wärme der Bekleidung allein von der Schwierigkeit her, welche die Wärme beim Durchgange durch die feſten Theile des Stoffs zu überwinden hat; ſo würde, wenn alles übrige gleich iſt, die Wärme der Bekleidung ſich immer nach der Quantität des Stoffs, woraus ſie verfertigt iſt, richten. Die vorhergehenden und die folgen-

den Verſuche zeigen aber deutlich, daſs dieſes nicht der Fall iſt. Ich nahm nämlich jetzt 16 Gran weiſsen gezupften Taffts und darauf eben ſo viel gemeiner Nähſeide, die in Fäden von 2 Zoll Länge zerſchnitten war, und erhielt folgende Reſultate in Verſuch 14 und 15, die ich mit Verſuch 4 zuſammenſtelle:

Abnahme der Wärme v. 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Rohe Seide 16 Gran.	Gezupfter feiner Tafft 16 Gran.	Zerſchnittene Nähſeide 16 Gran.	Um d. Therm.-Kugel gewun. dicke Nähſeide 16 Gran.
	Verſuch 4.	Verſ. 14.	Verſ. 15.	Verſ. 19.
60°	94″	90″	67″	46″
50	110	106	79	62
40	133	128	94	85
30	185	172	135	121
20	273	246	195	191
10	389	427	342	390
Ganze Zeit.	1284	1169	917	904

Die Quantität der Seide, und der Raum, den ſie einnahm, waren in allen drei Verſuchen dieſelben; die groſse Verſchiedenheit in der Wärme der aus ihnen gemachten Bekleidungen läſst ſich daher allein der innern Lage des Materials zuſchreiben. Die rohe Seide war ſehr fein und ſehr gleich durch den Raum vertheilt, und gab eine warme Bekleidung. Der gezupfte Tafft war minder fein, die Nähſeide noch gröber, daher hier der Faden weniger und die Zwiſchenräume gröſser waren. Daraus zeigt ſich ſehr deutlich, daſs die *Luft* in den Zwiſchen-

räumen der Kleidungsstoffe sehr grofsen Antheil an ihrer Eigenschaft, die Wärme zurückzuhalten, hat.

Um die Wirkung *des Verdichtens der Bekleidung* bei unveränderter Menge des Stoffs, (wodurch die Bekleidung folglich in eben dem Verhältnisse dünner wird,) zu bestimmen, umwand ich darauf das Thermometer-Behältnifs so viel als möglich in gleicher Dicke mit 16 Gran gemeiner Nähseide, stellte das Thermometer wieder in seinen Glas-Cylinder, und erhielt die Abkühlungszeiten, welche zur Vergleichung mit den vorigen Versuchen, die mit derselben Menge von Seide in anderer Gestalt angestellt wurden, sogleich mit in der vorigen Tabelle, (Vers. 19,) aufgeführt sind.

Es ist nicht wenig merkwürdig, dafs diese um die Thermometer-Kugel gewundene Bekleidung von Seide, als das Instrument sehr heifs war, eine so kleine Kraft zu haben schien, die Wärme anzuhalten, und doch nachher, als die Temperatur des Instruments der des umgebenden Mediums näher kam, die Wärme besser zurückhielt, als die Seidenfäden im 15ten Versuche.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich in den folgenden Versuchen, bei denen auf gleiche Art der Thermometer-Behälter, mit Wollen-, Baumwollen- und Linnen- oder Flachsfäden umwunden wurde. In Versuch 23 waren 16 Gran feiner Leinwand neunmahl rings um den Thermometer-Behälter gewickelt und oben und unten festgebunden, so dafs sie den Behälter vollkommen bedeckten.

Wärmeabnahme von 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Schaafw. 16 G. locker	Schaafw. 16 G. in einem Faden um d. Therm.-Kugel gewund.	Baumw. 16 G. locker	Baumw. 16 G. in einem Faden um die Therm.-Kugel gewunden.	Leinwand 16 Gran. gezupft	Leinwand 9mahl um die als Zwirnsfaden um die Therm.-Kugel gewunden.	Leinwand 9mahl um die Therm.-Kugel gewunden.
	V. 5.	V. 20.	V. 6.	Verf. 21.	V. 7.	Verf. 22.	Verf. 23.
60°	79″	46″	83″	45″	80″	46″	42″
50	95	63	95	60	93	62	56
40	118	89	117	83	115	83	74
30	162	126	152	115	150	117	108
20	238	200	221	179	218	180	168
10	426	410	378	370	376	385	338
Ganze Zeit.	1118	934	1046	852	1032	873	783

Dafs die um den Thermometer-Behälter gewickelten Fäden eine weniger warme Bekleidung als dieselbe Menge des gleichartigen rohen Materials ausmachen, welches eine weit lockerere Umhüllung bildet und daher einen gröfsern Raum einnimmt, traf mit meinen Erwartungen überein. Was mich aber sehr überraschte, war der so sehr grofse Unterschied in der relativen Wärme dieser beiden Bekleidungen, bei hohen und niedrigen Graden von Wärme, im Vergleiche mit der Temperatur des umgebenden Mediums. So z. B. verhielt sich die Wärme der Bekleidung von 16 Gran lockerer Schaafwolle zu der von 16 Gran eines Wollenfadens, während das Thermometer von 70° bis 60° fiel, wie 79 zu 46; während aber das Thermometer von 20° bis 10° fiel, wie 426 zu 410. In den Versuchen mit gezupfter Leinwand und einem Zwirnsfaden wurde die Wärme des letztern bei niedriger Temperatur

ſogar gröſser als die des erſten, obgleich, bei ſtärkerer Wärme, die Leinwand wärmer als der Zwirn in dem Verhältniſſe von 80 zu 46 war.

Man ſieht hieraus, daſs eine gewiſſe Art von Bekleidung ſehr gut ſeyn kann, um kleine Grade der Wärme anzuhalten, indeſs ſie bei gröſserer Wärme ſehr mittelmäſsige Dienſte leiſten würde, und ſo umgekehrt, welches zur Beurtheilung der Urſachen, worauf die Wärme der Bekleidungen beruht, oder der Art und Weiſe, wie die Wärme durch ſie durchdringt, von Wichtigkeit iſt. Die folgenden Verſuche führen indeſs zu noch mehr befriedigenden Aufſchlüſſen.

Um zu beſtimmen, in wie weit die Kraft, welche gewiſſe Körper zu haben ſcheinen, die Wärme anzuhalten, *auf der chemiſchen Natur dieſer Körper* und auf ihren Beſtandtheilen beruht, machte ich folgende Verſuche mit Körpern, welche faſt ganz aus Kohlenſtoff beſtehn. Ich füllte zuerſt ſehr feines durchgeſiebtes *Holzkohlen-Pulver* in die Kugel des Inſtruments, ſo daſs der Thermometer-Behälter ganz damit umgeben war, darauf *Lampenſchwärze*, und zuletzt ſehr reine trockene *Holzaſche*. Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende.

Abnahme der Wärme von 70° an	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°.			
	Feines Holzkohlenpulver 176 Gran.		Lampenschwärze 195 Gran.	Reine trockene Holzasche 307 Gran.
	Versuch 24.	Versuch 25.	Versuch 26.	Versuch 27.
60°	79″	81″	124″	96″
50°	95	91	118	92
40°	100	109	134	107
30°	139	133	164	136
20°	196	192	237	185
10°	331	321	394	311
Ganze Zeit	940	937	1171	927

Der 25ste Versuch war blos eine unmittelbare Wiederhohlung des 24sten: der Unterschied in den Resultaten beider leite ich daher, weil ich im ersten das Thermometer bewegte und dadurch das Holzkohlen-Pulver in der Kugel etwas zusammengerüttelt wurde.

In den Versuchen mit der Lampenschwärze und mit der Holzasche war die Zeit des Abkühlens von 70° bis 60° grösser als die des Abkühlens von 60° bis 50°; dieses kam wahrscheinlich von der beträchtlichen Wärmemenge dieser Stoffe her, von der sie sich erst befreien mussten, ehe sie die im Thermometer-Behälter befindliche Wärme aufnehmen und dem umgebenden Medium mittheilen konnten.

Den nächsten Versuch machte ich mit *Semen Lycopodii*, (*Hexenmehl*;) einer Substanz, die ganz besondere Eigenschaften besitzt, (sich schlechterdings nicht nass machen läst und ausserordentlich leicht entzündlich ist,) und die ich wegen der gro-

ſsen Adhäſion wählte, welche ſie, wie ich glaube, mit der Luft in ihren Zwiſchenräumen hat, indem mir dieſe groſsen Einfluſs auf die Wärme der Bekleidung, den vorigen Verſuchen gemäſs, zu haben ſchien. Die folgenden Verſuche zeigen, daſs ich mich darin nicht irrte.

Wärmeabnahme von 70° an.	Zeit des Erkaltens von 10° zu 10°. Verſuch 28.	Verſuch 29.	Wärmeabnahme von 0° an.	Zeit des Erwärmens v. 10° zu 10°. Verſuch 30.
60°	140″	157″	10°	230″
50°	162	160	20°	68
40°	175	170	30°	63
30°	209	203	40°	76
20°	284	288	50°	121
10°	502	513	60°	316
—	—	—	70°	1585
Ganze Zeit	1478	1491	—	2459

In dem 30ſten Verſuche war das Inſtrument zuerſt in aufthauendem Eiſe bis 0° erkaltet, und dann plötzlich in kochendes Waſſer getaucht worden, worin es blieb, bis das eingeſchloſſene Thermometer bis auf 70° ſtieg. Hierzu wurden volle 2459 Sekunden, oder mehr als 40 Minuten Zeit erfordert; es hatte im kochenden Waſſer volle 1½ Minuten geſtanden, ehe das Queckſilber ſich im geringſten bewegte. Nachdem es endlich in Bewegung kam, erhob es ſich ſehr ſchnell 40 bis 50 Grad; darauf nach und nach immer langſamer, ſo daſs es 1585 Sekunden, oder etwas mehr als 26 Minuten brauchte, um von 60° bis 70° zu ſteigen, obgleich die Temperatur des Mediums, worin es ſtand, die gan-

ze Zeit hindurch sehr nahe an 80° blieb, und das Queckfilber im Barometer sehr wenig unter 27 Pariser Zoll stand.

* * *

Die verschiedenen Stoffe, mit denen ich in den bisherigen Versuchen den Thermometer-Behälter bekleidet hatte, nur die Flüssigkeiten ausgenommen, hielten die Wärme in ihrem Durchgange nach oder aus dem Thermometer stärker zurück, als die bloße Luft; es ist nun die Frage: *wie oder auf welche Art sie diese Wirkung hervorbrachten?* Ihren eignen nicht-leitenden Kräften läßt sich diese Wirkung nicht allein zuschreiben. Denn gesetzt auch, sie wären, statt schlechte Wärmeleiter zu seyn, für die Wärme ganz undurchdringbar, so war doch ihr Volumen oder ihre Masse in Verhältniss des Raums der Glaskugel, worin sie sich befanden, so klein, daſs, hätten sie nicht eine eigne Wirkung auf die Luft gehabt, welche ihre Zwischenräume ausfüllt, diese Luft allein die Wärme in einer geringern Zeit, als sie die Versuche geben, durch sich würde fortgepflanzt haben. Der Durchmesser der Glaskugel war 1,6 Zoll, der des Thermometer-Behälters 0,55 Zoll, mithin betrug der Raum zwischen beiden 2,05755 Kubikzoll. Diesen Raum nahmen nun zwar die lockern Stoffe ganz ein, füllten ihn aber so wenig aus, daſs bei weitem der gröſste Theil desselben mit Luft ausgefüllt war, die sich in den Zwischenräumen befand. In dem 4ten Versuche waren

es 16 Gran Seide, welche diesen Raum einnahmen; die specifische Schwere der rohen Seide ist 1,734; und da 1 Kubikzoll Wasser 253,185 Gran wiegt, so war ihr Volumen 0,037294 Kubikzoll, daher sie nicht mehr als ungefähr $\frac{1}{27}$ des Raums zwischen beiden Kugeln füllte, den übrigen nahm Luft ein. Nun erkaltete in Versuch 1, als die Luft den ganzen Raum ausfüllte, das Thermometer von 70° bis 10°, in 576 Sekunden. Wäre daher auch die Seide ganz unfähig Wärme fortzupflanzen, hinderte aber die Luft in der Kugel nicht an Fortpflanzung der Wärme, so würde sie in Versuch 4 die Zeit des Erkältens nur um $\frac{1}{27}$. 576", d. i. um etwas weniger als 10", verlängert haben. Die Zeit des Abkühlens betrug aber in diesem Versuche 1284" und war um 708" verlängert worden. Ein offenbarer Beweis, dass die Seide die in ihren Zwischenräumen befindliche Luft an Fortpflanzung der Wärme sehr hinderte.

Wie kann aber die Luft an der Fortpflanzung der Wärme gehindert werden? Diese Frage führt sogleich auf eine andere, nämlich: *Wie pflanzt die Luft die Wärme fort?*

Wenn die Luft die Wärme so leitete, wie es wahrscheinlich die Metalle und alle anderen festen Körper thun,*) ihre Theilchen dabei an ihrer Stelle

*) Graf Rumford fügte damahls noch hinzu: *und alle unelastische Flüssigkeiten*, und führte einen Versuch an, nach welchem 16 Gran Seide auf die

blieben, und die Wärme von einem Theilchen zum andern durch die ganze Maſſe hindurch ginge, ſo wäre es, (da kein Grund da iſt, anzunehmen, daſs die Fortpflanzung der Wärme nur in geraden Linien geſchieht,) in der That unbegreiflich, wie die Untermiſchung mit einer ſo kleinen Menge irgend eines feſten Körpers, z. B. $\frac{1}{77}$ des Luft-Volumens, eine ſo auffallende Verminderung der leitenden Kraft der Luft, als in dem 4ten Verſuche mit der rohen Seide, bewirken konnte. Daſs aber die Luft auf eine ganz andere Art die Wärme durch ſich fortpflanzt, ſetzt, wie ich glaube, der folgende Verſuch aufſer allen Zweifel.

Es iſt bekannt, daſs die Kraft der Luft, aufgelöſtes Waſſer in ſich zu enthalten, durch Wärme vermehrt und durch Kälte vermindert wird, und daſs, wenn heiſse mit Waſſer geſättigte Luft abgekühlt wird, ein Theil des in ihr aufgelöſ'ten Waſſers ſich niederſchlägt. Ich nahm daher eine cylindriſche Flaſche von ſehr klarem durchſichtigen Glaſe, die ungefähr 8 Zoll im Durchmeſſer, 12 Zoll Höhe, und einen kurzen und engen Hals hatte. In ihre Mitte hing ich einen kleinen, mäſsig naſſen

ſelbe Art in Waſſer um die Thermometer-Kugel ausgebreitet, die leitende Kraft des Waſſers nicht merkbar verändert hätten. Genauere Wiederhohlungen bewieſen ihm aber, daſs dieſer Verſuch falſch ſey, und das Waſſer ſich genau hierbei wie Luft verhalte, wovon noch am Ende dieſes Aufſatzes ein Paar Worte. *d. H.*

linnenen Lappen, und tauchte sie, mit einem Kork verschlossen, in ein grosses Gefäss mit warmen Wasser, dessen Temperatur 100° Fahrenheit betrug. Hierin liess ich sie so lange stehn, bis die darin enthaltene Luft warm und mit Feuchtigkeit aus dem linnenen Lappen gesättigt seyn mochte. Dann zog ich auf einen Augenblick den Kork heraus, um den linnenen Lappen herauszunehmen, verstopfte sie wieder, und nahm nun die Flasche vollends aus dem warmen Wasser heraus, um sie in ein grosses cylindrisches Gefäss zu tauchen, das gerade so viel eiskaltes Wasser enthielt, dass es, wenn man die Flasche hinein tauchte, das Gefäss ganz und gar füllte. Dieses und die Flasche waren von so feinem durchsichtigen Glase und das Wasser so vollkommen klar, dass ich in einer günstigen Lage desselben am Fenster, Alles, was in der Flasche vorging, deutlich bemerken konnte.

Die in die Flasche eingeschlossene Luft konnte sich von ihrer Wärme nicht trennen, ohne zugleich da, wo dieses geschah, einen Theil ihrer Feuchtigkeit abzusetzen. Hätte sich daher die Wärme durch die Luftmasse von ihrem Mittelpunkte aus nach der Oberfläche, oder von Theilchen zu Theilchen hindurch gezogen; so würde sogleich bei weitem der gröste Theil der eingeschlossenen Luft, die noch nicht in Berührung mit dem Glase war, von seiner Wärme sich getrennt, und in demselben Augenblicke und in derselben Stelle eine verhältnissmässige Menge von Feuchtigkeit in Gestalt eines Regens ha-

ben fallen laſſen, der, wo er auch zu fein geweſen wäre, um ſichtbare Tropfen zu bilden, ſich doch als ein Anlauf auf dem Boden der Flaſche gezeigt haben würde.

Stiegen dagegen die Lufttheilchen, ſtatt ſich die Wärme einander in Ruhe mitzutheilen, jedes einzeln und in ſeiner Reihe zur Oberfläche der Flaſche hinauf, und ſetzten da ihre Wärme und ihr Waſſer ab; ſo mufste ſich der Anlauf oder Beſchlag mehr an dem obern Theile der Flaſche und an den Seiten, auf dem Boden aber am ſchwächſten zeigen. Und ſo fand es ſich in der That.

Zuerſt liefen die Seiten der Flaſche an, nahe an ihrem obern Ende; von da aus nach und nach immer mehr niederwärts, je tiefer, deſto ſchwächer. In der Entfernung eines halben Zolls vom Boden war kaum ein Beſchlag ſichtbar und auf dem beinahe flachen Boden kaum der geringſte Anſchein davon wahrzunehmen. Dieſes ſehr ſchwache Beſchlagen am Boden läſst ſich meiner Meinung nach leicht erklären. Indem die das Glas unmittelbar berührende Luft erkaltet, ſetzt ſie einen Theil ihres Waſſers auf die Oberfläche des Glaſes ab, und wird dabei ſpecifiſch ſchwerer. Deshalb ſinkt ſie an den Seiten der Flaſche auf den Boden herab, und treibt dadurch die ganze Maſſe der heiſsen Luft aufwärts, die, wenn ſie an die Seiten der Flaſche kommt, dieſen wieder eben ſo ihre Wärme und ihr Waſſer abtritt, und alsdann herabſinkt. Dieſer Umlauf dauert ſo lange fort, bis die in der Flaſche be-

findliche Luft genau die Temperatur des Waſſers im Gefäſse erlangt hat. Hieraus ſieht man, warum die Theile der Flaſche zuerſt und am ſtärkſten, der Boden aber zuletzt und am ſchwächſten anläuft.

Dieſer Verſuch beſtätigte meine Vermuthung, daſs zwar die einzelnen Lufttheilchen fähig ſind, die Wärme aufzunehmen und fortzupflanzen, nicht aber die ganze Luftmaſſe, ſofern ihre Theile unter ſich in Ruhe ſind, ſo daſs die Wärme durch eine Luftmaſſe, nicht von einem Theilchen derſelben zum andern dringen kann. Und auf dieſem Umſtande beruht die nicht-leitende Kraft der Luft vorzüglich.

Eben hieraus läſst es ſich erklären, wie, wenn man Luft als Bekleidung braucht, ihr Nicht-Leitungsvermögen, oder ihre ſcheinbare Wärme, durch die Beimiſchung einer geringen Menge irgend einer feinen, leichten, feſten Subſtanz, als roher Seide, Pelzwerk und Eiderdunen, ſo ſehr vermehrt werden kann; indem nämlich dieſe Stoffe die freie Bewegung ihrer Theile hindern. Doch wirkt hierbei noch ein anderer Umſtand mit, nämlich die *Adhäſion* zwiſchen der Luft und dieſen Stoffen, die als natürliche oder künſtliche Bekleidungen dienen, auf welchen vorzüglich der auſserordentliche Wärmegrad beruht, den man, in Pelze, Federn u. ſ. w. und ſelbſt in Schnee gehüllt, empfindet.

Daſs die Lufttheilchen den feinen Haaren der Thiere, den Federn der Vögel, der Wolle u. ſ. w. ſtark adhäriren, ſieht man aus der Hartnäckigkeit, womit ſie von dieſen Stoffen, ſelbſt unter Waſſer

und unter dem Recipienten der Luftpumpe, zurückgehalten werden.

In den *Pelzen* z. B. überwiegt diese Adhäsion zwischen den feinen Haaren und den Lufttheilchen die durch die thierische Wärme vermehrte Elasticität, oder Abstosung dieser letztern unter einander. Die Lufttheilchen, die sich zwischen den Haaren des Pelzes befinden, und auch erwärmt sich davon nicht trennen, bilden die wahre Barriere, welche die äusere Kälte von dem thierischen Körper abhält, indem sie ruhend der Wärme entweder gar nicht, oder doch nur mit grosser Schwierigkeit einen Durchweg verstatten, wie die vorhergehenden Versuche hinlänglich zeigen.

Daraus wird es begreiflich, warum die feinsten, längsten und dicksten Pelzwerke auch die wärmsten sind, und wie die Pelze des *Bibers*, der *Fischotter* und anderer Thiere, die viel im Wasser leben, so wie die Federn der *Wasservögel*, im Stande sind, die Wärme dieser Thiere im Winter festzuhalten, ungeachtet der ausserordentlichen Kälte und der stark leitenden Kraft des Wassers, in dem sie schwimmen. Die Adhäsion zwischen diesen Substanzen und der Luft in ihren Zwischenräumen ist so stark, dass diese Lufttheilchen, selbst durch das Andringen des Wassers, nicht aus ihrer Stelle getrieben werden, wodurch sie den Körper gegen das Nasswerden und die Entziehung der Wärme schützen; ja es ist selbst möglich, dass der Druck des Wassers die Wärme- oder nicht-leitende Kraft der

Luft in den Zwischenräumen so vermehrt, dass das Thier im Wasser nicht mehr Wärme, als wenn es sich in der Luft befände, verliert. Denn wir haben aus den obigen Versuchen gesehen, dass unter gewissen Umständen die Wärme einer Bekleidung durch Vergrösserung ihrer Dichtigkeit vermehrt wird, selbst wenn dieses auf Unkosten ihrer Dicke geschieht.

Bei den *Bären*, *Wölfen*, *Füchsen*, *Hasen* und andern Thieren, die sich in kalten Gegenden aufhalten, ist der Pelz auf dem Rücken viel dicker als auf dem Bauche. Die erwärmte Luft, die sich in den Zwischenräumen der Haare befindet und zufolge ihrer vermehrten Elasticität in die Höhe zu steigen sucht, würde von dem Rücken der Thiere viel leichter, als von ihren Bäuchen entweichen, wenn die Vorsehung nicht diese Vorkehrung getroffen hätte. Und dies, glaube ich, giebt auch einen Beweis mehr von der Wahrheit meiner Vorstellungsart wie die Wärme von der Luft fortgepflanzt wird und worauf die Wärme der Bekleidungen beruht.

Der *Schnee*, der in den hohen Breiten im Winter die Erde bedeckt, ist ohne Zweifel auch dazu da, um ihr als ein Kleid zu dienen, und sie gegen die durchdringenden Polar-Winde zu schützen. Wehen diese gleich über weite mit Schnee bedeckte Erdstriche, so verliert sich ihre schneidende Kälte nicht eher, als bis sie auf den Ocean stossen und aus dessen Wasser die Wärme aufnehmen, die der Schnee sie hinderte aus der Erde zu ziehn. Ueber-

haupt sind die Winde, wenn der Boden mit Schnee bedeckt ist, immer viel kälter, als ohne dies. Man pflegt dieses der ausserordentlichen Kälte zuzuschreiben, welche der Luft vom Schnee mitgetheilt werden soll; welches aber offenbar irrig ist, da diese Winde gemeiniglich viel kälter sind, als der Schnee selbst. Sie behalten blos ihre Kälte, weil der Schnee sie hindert, sich durch die Erde zu erwärmen; ein offenbarer Beweis, dass der Schnee während des Winters in den hohen Breiten die Erdwärme festzuhalten vermag.

Es ist merkwürdig, dass diese Winde selten geradezu von den Polen gegen den Aequator, sondern mehr von dem festen Lande nach der See zu wehen. Auf der östlichen Küste von Nord-Amerika kommen die kalten Winde von Nord-West; auf der westlichen Küste von Europa aber, wehen sie von Nord-Ost. Dass sie dahin wehen, wo sie die Wärme am leichtesten erhalten können, die sie suchen, ist nichts ungewöhnliches; und dass sie nach und nach aufhören und ersterben müssen, wenn sie durch das Wasser des Oceans erwärmt sind, ist ebenfalls der Natur und den Ursachen ihrer Bewegungen gemäss.

Die kalten Nord-West-Winde, die während des Winters auf der Küste von Nord-Amerika herrschen, erstrecken sich selten über 100 Meilen in die See hinein, und werden immer schwächer und milder, je mehr sie vom Lande sich entfernen. Diese periodischen Winde, die von dem festen Lande von

Europa und Nord-Amerika herkommen, herrſchen meiſt gegen das Ende des Februars und im März; und ich glaube, daſs ſie weſentlich dazu beitragen, einen frühen Frühling und einen fruchtbaren Sommer herbeizuführen, beſonders wenn ſie im März ſehr heftig ſind und zu der Zeit der Boden ſtark mit Schnee bedeckt iſt. Die ganze Atmoſphäre der Polar-Gegenden wird durch dieſe Winde nach dem Ocean fortgeführt, hier erwärmt und mit Waſſer geſättigt. Eine groſse Anhäufung von Luft auf der See iſt die nothwendige Folge von der langen Fortdauer dieſer kalten Landwinde: hören ſie auf, ſo fangen nothwendig die ſanften, warmen Seewinde an, und indem dieſe ſich überall über die Erde hin verbreiten, ſtehn ſie der rückkehrenden Sonne in der Befreiung der Erde von ihrem Winterkleide und in ihrer neuen Belebung bei. Sie haben ſich überdies beim Berühren des Oceans, der ſie wärmte, mit Waſſer geſättigt, und ſo führen ſie die warmen Regen-Schauer des Aprils und Maies mit ſich, die zu der Fruchtbarkeit der Jahrszeit ſo unentbehrlich ſind.

Der *Ocean* kann daher als ein groſser Behälter und gleicher Vertheiler der Wärme angeſehn werden, und ſein wohlthätiger Einfluſs in Aufrechthaltung der gehörigen Temperatur der Atmoſphäre wirkt in allen Jahrszeiten und in allen Klimaten. Die verzehrenden Landwinde der heiſsen Zone werden durch die Berührung ſeines Waſſers abgekühlt, und die Seewinde, die hinwiederum in gewiſſen

Stunden des Tages nach den Küſten aller heiſsen Gegenden zu wehn, bringen Kühlung, neues Leben und Stärke, der thieriſchen und vegetabiliſchen Schöpfung mit ſich. Welch ein groſser Strich der Erde, der nun der fruchtbarſte iſt, würde wegen der ſchrecklichen Hitze ganz unfruchtbar und unbewohnbar ſeyn, wenn dieſe kühlenden Seewinde nicht weheten! Hitze und Kälte würden einen groſsen Theil der Erde unbrauchbar und unbewohnbar machen, wenn nicht der Ocean die Wärme gewiſſer Maſsen gleich vertheilte und auf die Erhaltung einer gleichförmigern Temperatur hinwirkte.

Zu dieſer Function iſt auch der Ocean auf das wunderbarſte eingerichtet; nicht allein wegen der groſsen Kraft des Waſſers, Wärme zu verſchlucken, und der groſsen Tiefe und Weite der verſchiedenen Seen, (von deren ungeheuern Maſſen man unmöglich glauben kann, daſs ein Sommer oder ein Winter ſie merklich erwärmen oder abkühlen könnte,) ſondern auch wegen ſeiner beſtändigen Circulation, die vermittelſt der in ihm herrſchenden Ströme hervorgebracht wird. Das Waſſer der heiſsen Zone wird durch dieſe Ströme gegen die Polar-Gegenden geführt, dort werden ſie durch die kalten Winde abgekühlt, und nachdem ſie ſo ihre Wärme dieſen rauhen Gegenden mitgetheilt haben, kehren ſie gegen den Aequator zurück und bringen Kühlung und Erfriſchung für dieſe Klimate mit ſich.

Diese Ideen, womit Graf Rumford seine Abhandlung schliesst, vervollkommnete und erweiterte er noch beträchtlich in seinen fernern Betrachtungen *über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten*, welche der Leser aus den ersten Bänden der Annalen kennt, und wo man das hierher Gehörige Band 1, S. 436 F., findet. Er war, wie er bemerkt, der erste Naturforscher, der, auf die hier erzählten Versuche gestützt, den freien Durchgang der Wärme nach allen Richtungen durch jeden Stoff bezweifelte, und die *elastischen Flüssigkeiten* in so fern für *Nichtleiter* der Wärme erklärte, als die Wärme nicht durch sie von Theilchen zu Theilchen übergeht, sondern nur durch innere Bewegung der Theile, an ihnen haftend, hindurch geleitet wird. Dass dieselbe Eigenschaft auch dem *Wasser* zukomme, läugnete er, als er gegenwärtige Abhandlung schrieb, ausdrücklich, und glaubte sich überzeugt zu haben, die Wärme könne nach allen Richtungen frei durch jede tropfbare Flüssigkeit von Theilchen zu Theilchen durchgehn. Die ausserordentliche Hitze, welche gewisse Gerichte weit länger als andere zurückhielten, besonders die in England beliebten Aepfelpasteten und Aepfel mit Mandeln gemengt, an denen sich so mancher den Mund verbrennt; eine dicke Reissuppe, die oben kalt, tiefer herunter aber so heiss war, dass er sich daran den Mund verbrannte, und die Erscheinung, dass in den heissen Bädern von *Bajä*, wo der heisse Dampf aus dem Ufer des Meeres dringt, das Wasser über dem Sande und selbst die nasse Oberfläche des Sandes kalt, der Sand darunter aber ausnehmend heiss war; flössten ihm zuerst Misstrauen gegen die grosse Wärme-leitende Kraft des Wassers ein: und da er vollends einst in einem grossen Weingeist-Thermometer, das am Fenster erkalten sollte,

auf- und abwärts ſteigende Ströme wahrnahm, wurde ſeine frühere Meinung gänzlich erſchüttert, und er kam auf den Gedanken, auch *alle tropfbare* Flüſſigkeiten möchten in eben dem Sinne, als die elaſtiſchen, Nichtleiter der Wärme ſeyn.

Um hierüber aufs Reine zu kommen, wiederhohlte er zum Theil die zweite Reihe von Verſuchen, welche er in gegenwärtigem Aufſatze beſchrieb, ſo wie er ſie früher mit Luft angeſtellt hatte, mit Waſſer, das er erſt allein, dann mit etwas Eiderdunen, oder mit den faſerigen Theilen eines Apfels untermiſcht, in die Kugel ſeines Inſtruments füllte, welches eine etwas andere Einrichtung als das letzte No. 4 erhielt, im Weſentlichen aber doch damit übereinſtimmte. Als das Thermometer in dieſem Inſtrumente

umgeben war mit	ſtieg es, aus eiskaltem in kochendes Waſſer verpflanzt, von 0° bis 75° Reaum. in	fiel es, aus kochendem in eiskaltes Waſſer verpflanzt, von 75° bis 4° Reaum. in
reinem Waſſer	597″	1032″
geſchmorten Aepfeln, worin $\frac{1}{30}$ faſerige Theile waren, $\frac{4}{30}$ ſich im Waſſer auflöſeten	1096″	1749″
Waſſer gemiſcht zu $\frac{4}{30}$ ſeines Gewichts mit *Stärke*	1109″	1548″
mit *Eiderdunen*	949″	1541″
zu $\frac{1}{30}$ ſ. Gew. mit *Eiderdunen*	763″	1395″

Und hieraus war offenbar, daſs die eingemiſchten Stoffe auf die Wärme leitende Kraft des Waſſers dieſelbe Wirkung hatten, als auf die der Luft, und daſs

z. B. Federn den Durchgang der Wärme im Waſſer ſelbſt noch beſſer wie in der Luft erſchwerten. Schon dieſes machte es höchſt wahrſcheinlich, daſs auch Waſſer eben ſo als Luft ein Nichtleiter der Wärme ſey. Einige phyſiologiſch - botaniſche Bemerkungen, welche Graf Rumford hierauf gründet, findet man in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. IV, S. 445 f., und wie Graf Rumford ſeine Lehre vom Nicht- Leitungsvermögen tropfbarer Flüſſigkeiten noch beſſer zu bewähren ſucht, in den *Annalen der Phyſik*, I, 214 u. f.

Wichtige Einwendungen, die dagegen ein franzöſiſcher Technologe und Phyſiker, Socquet, aus Beobachtungen in groſsen Fabrikanlagen aufſtellt, und denen zufolge, wie auch ſchon in den vorigen Bänden der Annalen bemerkt wurde, Graf Rumford's Theorie dahin einzuſchränken iſt, daſs Flüſſigkeiten, ſofern ihre Theilchen alle in Ruhe bleiben, ſehr ſchlechte Wärmeleiter, (doch keinesweges vollkommne Nichtleiter der Wärme,) ſind, werde ich im künftigen Bande der Annalen mittheilen. *d. H.*

V.

Bemerkungen über die Eudiometrie

vom

Bürger Berthollet
in Kairo, jetzt in Paris. *)

Seitdem man weiſs, daſs die atmoſphäriſche Luft aus Sauerſtoffgas und Stickgas beſteht, hat man ſich bemüht, das Verhältniſs beider, und ob es veränderlich iſt, zu beſtimmen, ohne daſs man ſich bis jetzt über die beſte Methode hierzu und über das Reſultat ganz verſtändigt hätte.

*) Aus den *Mémoires sur l'Egypte publiés pendant les Campagnes du Général Bonaparte. Paris, A. 8, oct.*, p. 284—294; eine Schutzſchrift für das von Berthollet zuerſt angegebene Phosphor-Eudiometer, und eine Art von Streitſchrift gegen Alex. von Humboldt, deſſen Vervollkommnung des Eudiometers mit Salpetergas, und deſſen intereſſante eudiometriſche Verſuche Berthollet, ſeinen nächſtens bekannt zu machenden Verſuchen gemäſs, glaubt verwerfen zu müſſen. Billig enthalten wir uns bis zur Erſcheinung dieſer Verſuche alles Urtheils hierüber, hoffen aber unſern Landsmann, der jetzt wohl in Quito ſeyn dürfte, gegen den von Kairo aus gegen ihn gerichteten Angriff des franzöſiſchen Chemikers eben ſo ſiegreich vertheidigt zu ſehn, als das durch ihn ſelbſt in einem ähnlichen Streite mit dem jüngern Sauſſüre geſchah. (*Ann. der Phyſ.*, I, 510 f.) *d. H.*

Gleich anfänglich bediente man sich dazu der Eigenschaft des *Salpetergas*, das Sauerstoffgas zu verschlucken, sah aber blos auf die dadurch bewirkte Gas-Verminderung, in der Meinung, die Reinheit der atmosphärischen Luft sey dieser Gas-Verminderung proportional. Man hatte beim Versuche bestimmt, in welchem Verhältnisse beide Gasarten sich mit einander beim Verschlucken befinden, und glaubte so die Menge des vorhanden gewesenen Sauerstoffgas berechnen zu können. Allein, wie schon vor langer Zeit Ingenhoufs gezeigt hat, giebt das Salpetergas, nur wenn man es mit vieler Sorgfalt ein wie das andere Mahl behandelt, einerlei Resultat, und das Verhältnifs, worin es sich mit dem Sauerstoffgas vereinigt, ist nicht beständig. — Aus dem *Bulletin de la Societé philomatique*, welches zu uns nach Aegypten gekommen ist, sehe ich, dafs Herr von Humboldt durch scharfsinnige Versuche diese Ungewifsheit wegen des Salpetergas zu heben gesucht hat, und eine Methode gefunden zu haben glaubt, durch welche sich der Antheil an Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft, mittelst gewisser Correctionen ganz genau bestimmen lasse. *Allein die Versuche*, mit denen ich noch gegenwärtig beschäftigt bin,*) *beweisen, dafs diese Methode auf unstatthaften Gründen beruht.*

*) Bei meiner Abreise aus Kairo waren sie noch unvollendet, und da mir auch meine Notate darüber abhanden gekommen sind, so habe ich in Paris die

Volta's Prüfung der Luft mittelst *Wasserstoffgas* giebt weit mehr Präcision, (*surtout lorsqu'elle se fait avec un air de gaz hydrogène,*) erfordert aber einen complicirten Apparat; auch kann das Wasserstoffgas bald mehr, bald weniger Kohlenstoff aufgelöst enthalten, und dadurch das Resultat beträchtlich variiren. Ueberdies kennt man zwar das Gewichtsverhältniss des Sauerstoffs und Wasserstoffs zur Erzeugung des Wassers hinreichend genau, nicht aber das specifische Gewicht dieser beiden Gasarten. Zur Vergleichung verschiedener Arten von Luft mit einander in ihrer Güte ist daher diese Methode, (nimmt man nur dasselbe Wasserstoffgas,) zwar hinlänglich genau; aber nicht um den Antheil an Sauerstoffgas in ihnen zu bestimmen.

Das *flüssige Schwefelkali*, (Schwefelleber,) giebt beides, die verhältnissmässige Güte der Luft und ihren Antheil an Sauerstoff. Denn hier ist die ganze Luftverminderung lediglich dem Sauerstoffgas zuzuschreiben, statt dass in den vorigen Methoden auch das Salpetergas und das Wasserstoffgas daran Antheil hatten, und es daher auf die Reinheit derselben ankam. Hierbei bedarf es daher keiner weitern Correction, als wegen des Unterschiedes in der Wärme und dem Drucke der Luft zu Anfang und zu Ende des Versuchs. Hat man nur das Wasser hinlänglich mit Schwefelkali geschwängert, so ist

Versuche von neuem anfangen müssen; ich werde sie in kurzem bekannt machen. B.

nicht zu befürchten, dafs nicht alles Sauerſtoffgas verſchluckt werde; denn die Wirkung des Schwefelkali auf den Sauerſtoff iſt bei weitem gröſser als die ſchwache Einwirkung des Stickſtoffs in Gasgeſtalt auf das Sauerſtoffgas. Erleidet das Stickgas, das man durch Schwefelkali vom Sauerſtoffgas geſchieden hat, beim Vermiſchen mit Salpetergas noch einige Verminderung, ſo rührt das, wie ich zeigen werde, keinesweges von zurück gebliebenem Sauerſtoffe her.

Zwar muſs man geſtehn, dafs man hierbei nicht genau das richtige Volumen Stickſtoff erhält. Denn der Stickſtoff löſet Schwefelkali, oder wahrſcheinlicher das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas auf, das immer im flüſſigen Schwefelkali vorhanden iſt; auch riecht er darnach. Da aber das Stickgas mit Waſſer gewaſchen dieſen Geruch verliert, ohne ſein Volumen merklich zu ändern, ſo kann jenes keinen beträchtlichen Unterſchied machen. Auch iſt nicht zu fürchten, dafs das Schwefelkali Stickſtoff verſchlucke. Dieſes Verſchlucken müſste ſonſt fortdauernd ſtatt finden; das Stickgas, einmahl von allem Sauerſtoffe befreit, verändert aber ſein Volumen über Schwefelkali gar nicht. Mithin läſst ſich der Sauerſtoff-Gehalt der Luft durch Schwefelkali mit aller Genauigkeit finden, die man nur immer in der Chemie erwarten kann.

Eine Unbequemlichkeit dieſer Methode iſt die Langſamkeit, womit das Schwefelkali auf den Sauerſtoff wirkt. Sie fordert, beſonders in einer nie-

drigern Temperatur, mehrere Tage Zeit, und man hat kein anderes Zeichen des gänzlichen Verſchluckens, als daſs ſich weiter keine Verminderung zeigt. Guyton empfahl daher das *trockne Schwefelkali*, das man in einem Apparate, den er umſtändlich beſchreibt, über einem Wachslichte erhitzen ſoll. Ich fürchte aber, daſs die Maſſe zu klein iſt, um allen Sauerſtoff in dem ganzen Apparate zu verſchlucken, und man hat kein Merkzeichen, ſich vom Gegentheile zu verſichern.

Ich habe den Vorſchlag gethan, ſich des langſamen *Verbrennens des Phosphors* als eines eudiometriſchen Mittels zu bedienen. Zu dem Ende ſetzt man in einem engen mit Waſſer geſperrten Glaſe, worin ſich die zu unterſuchende Luft befindet, auf einen Glasſtift, einen kleinen Cylinder Phosphor, und taucht im Falle einer ſehr groſsen Wärme das Gefäſs unter Waſſer, damit der Phosphor nicht ſchmelze. Bei meinen Verſuchen in Kairo ſtand das Zootheil. Thermometer auf 36°; das Waſſer blieb aber, vermöge des Verdunſtens, 6° kälter. Kaum iſt der Phosphor in die Luft gebracht, ſo bildet ſich ein weiſser Dampf, der herabſinkt und ſich mit dem Waſſer vermiſcht. Zeigt ſich dieſer im Finſtern leuchtende Dampf nicht länger, ſo iſt das Verſchlucken zu Ende; ſelbſt innerhalb mehrerer Tage vermindert ſich dann die Luft nicht weiter merklich, und man hat ſo ein ſicheres Zeichen, daſs die Operation beendigt iſt. In einer engen Röhre geſchieht das, bei einer ſo hohen Temperatur wie

zu Kairo, binnen 2 Stunden. *) Die Luft wird vor und nach dem Verſuche in einer graduirten Röhre unter den bekannten Vorſichtsregeln gemeſſen, und wegen Veränderungen im Luftdrucke oder der Wärme wird die nöthige Verbeſſerung hinzugefügt.

Beim Phosphor erhält man eine geringere Luftverminderung als beim Schwefelkali, denn er löſt ſich, wie ich gezeigt habe, im Stickgas auf, wobei er, wie alle Stoffe die ſich in ein Gas auflöſen, die Gas-Geſtalt annimmt. Dadurch wird das Volumen des Stickgas vergröſsert, und zwar, wie ich aus mehrern Verſuchen, die ich in Kairo und nachmahls wieder in Paris angeſtellt habe, ſchlieſsen muſs, ziemlich nahe um $\frac{1}{20}$ſtel. Sauerſtoffgas bleibt ſicher nicht zurück; denn die Wirkung des im Stickgas aufgelöſten Phosphors auf den Sauerſtoff iſt ſo mächtig, daſs es nur nöthig iſt das phosphorhaltige Stickgas durch Waſſer gehen zu laſſen, um es leuchtend und in Berührung mit Sauerſtoffgas brennend zu erhalten.

Das Schwefel-Waſſerſtoff-Gas ſcheint mir beim Auflöſen in dieſem Stickgas den Phosphor groſsen-

*) In Paris gehörten dazu bei 6 bis 10° der hundertheiligen Skale, 6 bis 8 Stunden. Herr v. Humboldt ſpricht von Verſuchen, die mehrere Tage dauerten, und nach denen der Rückſtand doch noch mit Salpetergas ſich röthete. Unſre Verfahrungsart muſs ſehr verſchieden geweſen ſeyn, um ſo groſse Unterſchiede zuzulaſſen. B.

grofsentheils daraus niederzuſchlagen. Denn ſtellt man phosphorhaltiges Stickgas über Schwefelkali, ſo vermindert es ſich, (wiewohl nicht bis auf den Punkt, bis auf welchen die Luft gleich anfänglich über Schwefelkali geſperrt, ſich vermindert haben würde,) und verliert zugleich die Eigenſchaft beim Berühren von Sauerſtoffgas zu leuchten. Bringt man Phosphor in Stickgas, das über Schwefelkali ſteht, ſo zeigt ſich zwar keine merkbare Wirkung, allein man braucht nur das Gas mittelſt durchgehenden Waſſers zu waſchen, ſo fängt der Phosphor an darin zu leuchten. Das Waſſer mufs alſo den gröſsten Theil des Schwefel-Waſſerſtoffgas verſchlucken, und dafür dem Stickgas etwas wenig Sauerſtoffgas abgeben, wodurch das Stickgas fähig wird, Phosphor aufzulöſen und auf das geringe Quantum Sauerſtoffgas zu wirken. Man erkläre dieſes übrigens wie man wolle, ſo iſt ſo viel gewifs, dafs das über Schwefelkali geſperrte Stickgas, wenn man es durch Waſſer gehn läſst, ſein Volumen gar nicht verändert, und dafs, wenn man darauf Phosphor hineinbringt, dieſer zwar leuchtet, doch ſo auſserordentlich wenig, dafs es ſchwer iſt, das Leuchten gewahr zu werden.

Aus allem dieſem ſchlieſse ich, dafs die Methode, durch *Phosphor* den Sauerſtoff-Gehalt der Luft zu prüfen, eben ſo zuverläſſig als bequem, und keinesweges durch eine allzu lange Dauer beſchwerlich iſt. Die verhältnifsmäſsige Güte mehrerer Luftarten giebt ſie mit Zuverläſſigkeit; und wenn man das

Volumen des übrig bleibenden Stickgas um $\frac{1}{4}$stel vermindert, so erhält man auch den Sauerstoff-Gehalt einer Luft eben so genau, als mittelst Schwefelkali, d. h. so genau, als man ihn nur durch irgend eins der bis jetzt bekannten Mittel zu finden vermag. *)

* * *

Mehrere Versuche, die ich vereint mit Champy im Laboratorio des National-Instituts der Wissenschaften in *Kairo* über den *Sauerstoff-Gehalt der atmosphärischen Luft*, sowohl mit Schwefelkali, als mit Phosphor angestellt habe, und wobei die Correctionen wegen der Wärmeänderung und der Aus-

*) Herr von Humboldt behauptet in den *Ann. de Chimie*, t. 30, thermidor, (*Annal. der Phys.*, III, 86; ausführlich in Scherer's *allgem. Journ. der Chemie*, III, 80 ff.,) es bilde sich eine dreifache Verbindung von Phosphor, Stickstoff und Sauerstoff. Er gründet dieses auf Versuche, nach welchen Phosphor, der unter gleichen Umständen und in gleichen Röhren auf atmosphärische Luft wirkte, sie nicht um gleich viel vermindert haben soll. In zwei solchen Röhren soll sich die Verminderung wie 115 : 156 verhalten haben. Lediglich auf dieses Factum gründet er die Existenz eines oxydirten Stickstoff-Phosphors. In den zahlreichen von mir zu zwei verschiedenen Mahlen, erst zu Kairo, dann wieder zu Paris, angestellten Versuchen, habe ich indess nie etwas von einem solchen Unterschiede wahrgenommen. *B.*

dehnung des übrig bleibenden Stickgas durch Auflösung des Phosphors angebracht wurden, haben mich belehrt, dafs die Luft in Kairo etwas weniger als 0,22 Theile Sauerstoff enthält. Ungeachtet oftmahliger Versuche erhielten wir doch in dieser Bestimmung nie gröfsere Unterschiede als um 0,005 Theile; und diese Verschiedenheit mufs man wohl mehr der unvermeidlichen Unvollkommenheit aller physikalischen Versuche, als einer wirklichen Veränderung im Sauerstoff-Gehalte der Luft zuschreiben.*)

*) Meine seitdem auf dieselbe Art in Paris angestellten Versuche gaben den Sauerstoff-Gehalt der Luft hier etwa um 0,005 gröfser, und stimmen vollkommen mit meinen frühern Pariser Versuchen überein. Wahrscheinlich rührt der geringe Unterschied daher, dafs die damahls sehr trockne Luft zu Kairo sich während der Operation mit Feuchtigkeit schwängerte, und sich dadurch etwas ausdehnte, und beruhte nicht auf einer wirklichen Verschiedenheit im Verhältnisse der Bestandtheile der atmosphärischen Luft an beiden Orten. — Es wird leicht seyn, zwischen der Meinung des Hrn. von Humboldt und der meinigen durch Erfahrung zu entscheiden. Denn es kömmt dabei nur darauf an, durch genaue Versuche auszumachen, ob der Phosphor und das Schwefelkali wirklich ein stets gleichförmiges und beständiges Resultat geben, wie ich behaupte. Es versteht sich, dafs hier vom langsamen, nicht von einem heftigen Verbrennen des Phosphors die Rede ist, wobei andere Umstände mit ins Spiel kommen; und dafs man darauf sehn mufs, dafs der langsam verbrennende Phosphor-Cylinder hoch in

Mehrere berühmte Chemiker und Phyſiker geben den Gehalt der atmoſphäriſchen Luft an Sauerſtoff viel höher an, und behaupten, darin an verſchiedenen Orten und zu verſchiedenen Zeiten einen beträchtlichen Unterſchied gefunden zu haben. Noch ganz kürzlich fand ihn Herr von Humboldt von 0,23 bis 0,29 veränderlich. *) Zu Paris und zu Kairo, zu ſehr verſchiedenen Zeiten und unter einem gar verſchiedenen Klima, habe ich keine ſolche Verſchiedenheit wahrgenommen. Sie iſt lediglich dem Salpetergas zuzuſchreiben, deſſen man ſich gewöhnlich zur Prüfung der Luft bediente. Man giebt mir zu, daſs die Prüfungen auf dieſem Wege ſich nicht mit einander vergleichen laſſen, wofern im Waſſer, im Stickgas, in den Dimenſionen der Röhre, oder in der Manipulation nur die geringſte Verſchiedenheit ſtatt findet, nimmt aber lieber zu Subtilitäten und zu Correctionen ſeine Zuflucht, die auf Vorausſetzungen fuſsen, welche noch keineswegs durch Verſuche gehörig gerechtfertigt ſind, als daſs man zuverläſſigere Methoden ergriffe, gegen die es keine Einwendung giebt, welche nicht

den Glas-Cylinder hinaufgehe, damit er auf alle atmoſphäriſche Luft im Cylinder wirken könne. *B.*

*) Vergl. *Annalen der Phyſik*, III, 82 f. Auf ſeiner Reiſe nach Amerika fand Herr von Humboldt einen noch gröſsern Unterſchied, nämlich von 0,19 bis 0,3 Sauerſtoff-Gehalt in der atmoſphäriſchen Luft. *Annal. der Phyſik*, IV, 443 f. *d. H.*

durch Beobachtungen aus dem Wege geräumt wäre. Aber vielleicht findet man diese Methoden in Europa zu einfach.

Wie läfst es fich überdies wohl denken, dafs die Luft, die in unaufhörlicher Bewegung ift, und von einem Orte der Erde fchnell zum andern fortftrömt, in zwei benachbarten Dörfern fo gar verfchieden feyn könnte? es fey denn, dafs fie in fehr verfchiedener Höhe über dem Meere lägen, da der Sauerftoff und Stickftoff im Gas-Zuftande eine fo geringe Einwirkung auf einander äufsern, dafs durch ihr verfchiedenes fpecififches Gewicht alsdann einiger Unterfchied allerdings bewirkt wird.

VI.

Smith's *Keſſel zum Kochen entzündbarer Flüſſigkeiten.* *)

Bedenkt man die vielen Unglücksfälle und Feuersbrünſte, welche entzündbare Flüſſigkeiten, die überkochten, beſonders in Fabriken, veranlaſst haben; ſo wird man zugeben, daſs ein Kochgefäſs, welches dieſem Unglücke vorbeugt, ohne dabei allzu zuſammengeſetzt zu ſeyn, von groſsem Nutzen ſeyn würde. Ein ſolcher Keſſel, wie ich ihn erdacht habe, iſt in Fig. 7, Taf. VI, abgebildet.

Ich denke mir den Keſſel von einer ſolchen Gröſse, daſs ſeine obere Oeffnung 3 bis 4 Fuſs im Durchmeſſer hat. Der Rand deſſelben läuft in eine koniſche, 3 bis 4 Fuſs lange Rinne *DE* aus, welche dicht am Keſſel 4 bis 5 Zoll tief iſt, und deren oberer Rand mit dem des Keſſels in einer Ebene liegt. Auswärts wird ſie mit naſſem Schwamme oder mit naſſer Leinwand umgeben. Man füllt den Keſſel bis *D*; ſo bald die Flüſſigkeit auch nur etwas aufkocht, tritt ſie beträchtlich weit in dieſe Rinne und ſo wie ſie hier abgekühlt wird, ſinkt ſie in den Keſſel bis auf ihren anfänglichen Stand zurück. Und das wird der Fall ſeyn, ſo oft die Flüſſigkeit aufkocht,

*) Aus einem Briefe *Tho. P. Smith's*, Philadelphia den 14ten Juni 1798, der in den *American Philoſoph. Transactions, Vol.* 4, *Philad.* 1799, abgedruckt iſt.

da die Verdünſtung in den naſſen Schwämmen die Rinne immer kalt erhält. Kann man die Rinne aus dem Zimmer, worin der Keſſel ſteht, ins Freie gehen laſſen, ſo wird die Verdünſtung beträchtlich verſtärkt, und die Abſicht noch gewiſſer erreicht; doch muſs man ſie dann bedecken. Bei Flüſſigkeiten, welche die Wärme nicht leicht fahren laſſen, möchte es rathſam ſeyn, die Rinne ſo zu erweitern, daſs ſie mit dem Keſſel eine gleiche Weite bekommt, oder rund um den Rand des Keſſels eine ähnliche Vorrichtung anzubringen.

P. S. Dem Wunſche der Societät gemäſs, verſchaffte ich mir ein Gefäſs von der hier beſchriebenen Form, um damit Verſuche anzuſtellen. Zuerſt nahm ich *Waſſer;* es kam ſehr ſchnell zum Kochen; ſo wie es aber in die Rinne hinaufſtieg, hörte das Kochen ſogleich auf, obſchon die Rinne eine Zeit lang der Hitze eines Lewisſchen Ofens ausgeſetzt geweſen war. Darauf wollte ich *Oehl* verſuchen, ehe dieſes aber kochte, ſchmolz die Löthung des Keſſels, welche aus Zinn beſtand.

VII.

Verdünſtung des Eiſes und Deſtillation mittelſt künſtlicher Kälte,

von

C. Wistar

in Philadelphia.

Im dritten Bande der *American Philoſophical Transactions* theilte C. Wiſtar intereſſante Beobachtungen über *das Verdünſten des Eiſes* mit. Eis, welches die Temperatur des natürlichen Gefrierpunkts, (32° F.,) hatte, und in einer Stube aufgehangen wurde, deren Luft bis auf den künſtlichen Gefrierpunkt, (0° Fahrenh.,) erkältet war, erzeugte einen *ſichtbaren Dunſt*. Ueberzeugt, daſs dieſes zu Folge eines allgemeinen Naturgeſetzes geſchehe, ſtellte er einige Verſuche zur weitern Prüfung und Begründung dieſes Geſetzes an, von denen er im vierten Bande der *Americ. Transact.*, p. 72, Bericht ertheilt.

Der Schluſs, welchen er aus jenen Beobachtungen zog, und den er als ein allgemeines Naturgeſetz aufſtellte, war: „daſs der nicht-elaſtiſche Dunſt, (*non-elaſtic vapor*,) von keiner beſtimmten abſoluten Menge und keinem gegebenen Grade empfindbarer Wärme in dem verdünſtenden Körper abhange, ſondern lediglich von dem *relativen* Wärmegrade, um welchen dieſer Körper die Temperatur der ihn umgebenden Atmoſphäre übertrifft;

und dafs jener Dunst durch das Uebergehn der Wärme aus dem feuchten Körper in die ihn berührende Luft erzeugt wird." Ist diese Theorie richtig, so mufs es möglich seyn, schliefst er weiter, in dem gewöhnlichen Destillir-Apparate eine Destillation blofs dadurch zu wege zu bringen, dafs man die Vorlage oder den Kühler erkältet, ohne die Retorte oder den zu destillirenden Körper in ihr zu erwärmen, indem nämlich dann beständig fort Wärme aus dem zu verdünstenden oder zu destillirenden Körper in die Luft der Vorlage übersteigt.

Diese Schlufsfolge suchte er durch Versuche zu bewähren, um dadurch die zu widerlegen, welche meinten, der scheinbar vom Eise aufsteigende Dunst schreibe sich vielmehr von Luft-Portionen von verschiedener Temperatur, die sich vermischen, her. Denn beim Verdünsten in einer mit der Vorlage zusammengekütteten Retorte finde kein solches Vermischen von warmer und kalter Luft unter einander statt; und nimmt man einen Stoff, der nicht in der Luft, weder chemisch noch mechanisch, enthalten ist, so müsse vollends der Argwohn wegfallen, der Dunst möge aus der eingeschlossenen Luft abgeschieden seyn.

Er gofs $1\frac{1}{2}$ Unzen *Schwefeläther* in eine Retorte, kittete an sie eine Vorlage mit langem Halse, und setzte diese Vorlage in eine Frost erregende Mischung aus Schnee und Salz, deren Temperatur jedoch selten bis unter 10° sank, während die Retorte selbst ringsum atmosphärische Luft von 50° F.

umgab. Der Temperatur-Unterſchied betrug hier alſo nur 40°. Und doch, als man nach 30 Stunden die Froſt-erregende Miſchung wegnahm, war ein Drittel der ganzen Aethermaſſe überdeſtillirt. In einem ganz gleichen Apparate, wo man die Vorlage mit keiner kältenden Miſchung umgeben hatte, war während der 30 Stunden auch nicht ein Tropfen in die Vorlage übergegangen.

Dieſer Verſuch wurde auf dieſelbe Art mit *Kampher* wiederholt. Nachdem die Vorlage 30 Stunden in der kältenden Miſchung geſtanden hatte, fand Wiſtar, daſs ſich etwas Kampher gerade ſo baumförmig ſublimirt hatte, wie das gewöhnlich durch Hitze geſchieht.

VIII.

Ueber die Wachsmahlerei,

von

JOHANN FABBRONI,
Vice-Director des Muſeums zu Florenz. *)

Schon die Aegyptier ſcheinen die Kunſt verſtanden zu haben, auf Wachs zu mahlen. Auf einem Stücke eines bemahlten Mumiengewandes im Florentiner Muſeum kann man das Wachs noch ſehr deutlich wahrnehmen; auch hat kein Oehlgemählde, das zwei- bis dreihundert Jahr alt iſt, ein ſo friſches Weiſs als dieſes Stück, das wenigſtens dritthalb tauſend Jahre alt ſeyn muſs. Daſs die Wachsmahlerei beſſer als die Oehlmahlerei dem Einfluſſe der Zeit widerſteht, ganz beſonders im Weiſs, lehren viele Erfahrungen und die Grundſätze der Chemie. Das Oehl wird von der Luft und den Metallkalken allmählig zerſetzt, und verwandelt ſich endlich in eine faſt reine Kohle; das Wachs leidet hingegen vom Sauerſtoffe keine ſolche Veränderung, ſondern wird durch ihn im Gegentheile gebleicht. Ueberdies iſt das Weiſs, deſſen die Aegyptier ſich in dieſen Gemählden bedienten, kein Metallkalk, und auſser dem färbenden Stoffe brachten ſie in ihre encauſtiſchen Gemählde nichts als reines Wachs hinein.

Dieſes beweiſt Fabbroni durch chemiſche Verſuche, die er mit einem Stückchen dieſes Mumiengewandes, 24 Gran ſchwer, anſtellte. Er er-

*) Im Auszuge aus den *Annali di Chimica*, t. 13.

hielt daraus weder Harz, welches, nach Requeno, noch Alkali, welches, nach Vachelier und Lorgna, Beſtandtheile der encauſtiſchen Maſſe ausmachen ſoll, ſondern reines Wachs. Dieſes Wachs war mit Oehl getränkt, und zwar wahrſcheinlich mit Steinöhl, wovon es, nach Strabo und Plutarch in Aegypten eine Quelle gab.

Ein Verſuch beſtätigte dieſe Vermuthung, da ein Gemählde, welches der berühmte Mahler Cuttenbrunn bei ſeiner Anweſenheit in Florenz, auf Veranlaſſung Fabbroni's mit Farben machte, die mit einer Auflöſung von venetianiſchem Wachſe in ſehr rectificirtem Steinöhl getränkt waren, wenn man es ein wenig erwärmt mit einem Tuche rieb, durch den Ton der Farben und das prächtige Colorit in Verwunderung ſetzte.

Faſt derſelbe Effect wurde bei einer Auflöſung von Wachs in Terpenthin-Oehl bewirkt, und dieſe Maſſe ſcheint vorzüglich geſchickt zu ſeyn, Gemählde in Waſſerfarben und al fresco damit zu überziehn. Fabbroni vermuthet, ſchon Apelles habe ſich dieſes Ueberzugs über ſeine Gemählde bedient, die, nach Plinius Zeugniſs, mit einer Talkplatte bedeckt zu ſeyn ſchienen. Auch Marmorſtatüen, die ſo leicht, wenn die Luftſäure fortgeht, ihren Glanz verlieren und mit ſchwarzem Mooſe überwachſen, ſo wie Oehlgemählde, die durch einen Harzfirniſs nur noch ſchneller verderben, ſollten mit dieſem Ueberzuge bekleidet werden.

IX.

Ueber
eine merkwürdige Bildung von Ammoniak, die Entſtehung des Alkohols und die weinige Gährung,

von

FABBRONI
aus Florenz.

(Auszug aus einem Briefe an den B. van Mons.) *)

Man nehme 1 Pfund Eiſenfeil, rühre ſie mit Waſſer zu einer Art von Brei, fülle damit eine Büchſe, oder lieber einen Glaskolben, den man in einem Waſſerbade von 50° bis 60° R. erhält, gieſse allmählig 1 bis 2 Unzen ſehr diluirte Salpeterſäure hinzu, und fahre fort, die Maſſe unter einander zu rühren. Man wird dabei eine Art von Gährung wahrnehmen, nach welcher das Eiſen ſich in ein ſehr feines ſchwarzes Pulver, (den ſogenannten *Aethiops martialis*,) verwandelt, und den erſten Grad von Oxydation angenommen hat. Dieſes geſchieht in weniger als einer halben Stunde. Läſst man dann die Maſſe ruhig in einem verſchloſſenen Gefäſse eine Nacht über ſtehn, ſo findet man Tags darauf den Aethiops an ſeiner Oberfläche mit einer Art ausnehmend weiſser und einige Linien hoher Champignons bedeckt, welche nichts anderes als *kohlenſaures Ammoniak* ſind. Die Luft in dem Kolben beſteht nämlich nach jener Operation groſsentheils aus oxygenirtem Salpetergas; während ſich das Eiſen oxydirt, zerſetzt es zugleich dieſes Gas und das Waſſer, indem es ſich ihres Sauerſtoffs bemächtigt, und die andern Beſtandtheile dieſer Stoffe, die zugleich frei

*) *Annales de Chimie*, t. 30, p. 220.

werden, der Stickstoff und der Wasserstoff, kommen dabei, noch während sie condensirt sind, und ehe sie die Gasgestalt angenommen haben, mit einander in Berührung, daher sie sich zu Ammoniak vereinigen. Etwas Sauerstoff scheint sich mit dem Kohlenstoffe des Eisens zugleich in Kohlensäure zu verwandeln, und indem sich diese mit dem Ammoniak gleich bei seiner Bildung schwängert, bringt sie es zum Krystallisiren.

Die Chemisten pflegen zu behaupten, der *Alkohol* sey ein Product der weinigen Gährung. Ich bin indefs vom Gegentheile überzeugt, weil *im Weine kein Alkohol vorhanden ist.* Dieses glaube ich sehr augenscheinlich dadurch beweisen zu können, dafs ich eine Methode besitze, aus starkem Weine, wenn auch nicht mehr als $\frac{1}{100}$ Alkohol darunter auf das vollkommenste gemischt ist, den Alkohol abzuscheiden, und doch durch diese Methode aus dem Weine selbst nicht ein Atom Alkohol zu erhalten vermag, indefs bei der Destillation 100 Theile des Weins 20 bis 25 Theile Branntwein geben. Diese sehr einfache Methode ist folgende: man nehme eine Glasröhre, die weit genug ist, um mit dem Finger hinein zu können, und graduire sie nach Hunderteln des ganzen Inhalts. Zu dem jungen Weine, worunter man $\frac{1}{100}$ Alkohol gemischt hat, schütte man so viel fein gepulverte Pottasche, als, vorläufigen Versuchen gemäfs, erfordert wird, den harzigen, färbenden Stoff ganz daraus zu fällen. Dann seihe man ihn durch, fülle ihn in die Glasröhre, und sättige ihn vollends mit Pottasche. Der unter den Wein gemischte Alkohol steigt daraus in die Höhe, und schwimmt dann sehr unterscheidbar über der Kali-Auflösung. Geschieht die Operation mit so vieler Schnelligkeit, dafs der Alkohol während derselben nicht beträchtlich durch Verdünstung verliert, so erhält man ihn in eben der Men-

ge und Stärke als man ihn zugesetzt hatte. Das vorläufige Fällen des färbenden Stoffs geschieht blofs in der Absicht, damit das Resultat desto besser in die Augen falle. — Wenn ich nun durch diese Methode nicht einen Tropfen Alkohol mehr erhalte, als ich unter den Wein gemischt hatte, so glaube ich mich berechtigt zu schliefsen, dafs der Alkohol, den ich aus diesem Weine durch Destillation abscheide, darin zuvor nicht vorhanden war, sondern *erst während des Destillirens erzeugt wird*, dafs er sich mittelst der Wärme darin bildet, und dafs er ein Product und kein Educt der Wein-Destillation ist. Dazu wird also keine sehr beträchtliche Wärme erfordert, nicht mehr, als dafs zur Wärme der Gährung noch 14° Wärme hinzukommen, welches selbst im Winter geschehen kann; daher sich der Alkohol in Flaschen bei der gewöhnlichen Luftwärme u. s. w. bilden kann. Man sieht hier den Grund, warum ich zu dem Versuche ganz jungen Wein nehme.

Alles dieses ist schon in meiner *Arte di fare il vino* zu Florenz 1787 gedruckt worden; aber selten kommen italiänische Bücher über die Alpen. *) Vor dem chemischen Theile dieses Werks geht eine anatomische Untersuchung der Traube her; die wesentlichen Ingredienzien, die thätigen und die passiven Principien der Gährung werden darin durch Versuche bestimmt, und durch die Regeln künstliche Weine zu bereiten, geprüft; eine Aufzählung der chemischen Proben um Weinverfälschungen zu entdecken, und eine kurze Uebersicht aller Theorien der Gährung, welche man damahls hatte, machen den Beschlufs des Werks. Sie werden darin unter andern einen merkwürdigen Umstand finden, welcher mit allen diesen Theorien im Widerspru-

*) Adam Fabbroni's Kunst nach vernünftigen Grundsätzen Wein zu verfertigen, aus dem Ital., mit Zusätzen von Hahnemann. Leipzig 1792.

che ſteht. Ein freier Zutritt der Luft gehört nämlich keinesweges zu den weſentlichen Erforderniſſen der Gährung; denn es iſt mir geglückt, ſie in der Torricelliſchen Leere hervorzubringen.

X.

Eine *Beobachtung über die Eſſiggährung*,

von

Dr. S. Anschel,

Prof. der Phyſik und Chemie, und ausübendem Arzte zu Mainz.

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Ich habe vorigen Sommer in Gegenwart meiner Zuhörer einige Verſuche über die *Gährung des Eſſigs* gemacht, die mir einige Aufmerkſamkeit zu verdienen ſcheinen. Zur Zeit, wo die Wärme unſers phyſikaliſchen Theaters ſich faſt ununterbrochen auf 15° Reaum. erhielt, brachte ich eine kleine Quantität Bierhefen, Waſſer und Zucker unter die Glocke der Luftpumpe, während ich ein Gemenge von gleichen quantitativen Maſſen neben dieſelbe ſetzte. Letzteres hatte in Zeit von 4 Tagen und darüber keine merkbare Veränderung in ſeiner Miſchung gezeigt. Hingegen in der mehr oder weniger ſehr verdünnten Luft erhielt ich am 4ten Tage reinen Eſſig. Brachte ich die Maſſe, welche in der atmoſphäriſchen Luft keine Veränderung erlitt, unter die Glocke, ſo erhielt ich ebenfalls am vierten Tage Eſſig. Jedes Mahl als ich die Miſchung unter der Glocke wegnahm, fand ich dieſe mit Eſſigdampf angefüllt. Bleimaſſen, welche ſich unter derſelben befanden, überzogen ſich mit einer weiſſen Kruſte. Ich habe dieſe Verſuche um dieſelbe Zeit mehrmahls mit demſelben Erfolge wiederhohlt, und ich hoffe nächſtens Muſſe zu gewinnen, um ſie einigen Abänderungen zu unterwerfen. Sollte es ſich aber bei dieſen Erſcheinungen noch denken laſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft Sauerſtoff zur Eſſiggährung hergeben müſſe?

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

einer neuen Art von Ventilator, (Blaſtventilator,)

von

I. W. BOSWELL
in London. *)

Die Art, wie in der Waſſertrommel **) die Luft durch fallendes Waſſer aus einer weiten in eine enge Röhre getrieben, und in den Bergwerken und Schmelzhütten benutzt wird, hatte mich ſchon längſt auf den Gedanken gebracht, ob nicht der Luftſtrom,

*) Zuſammengezogen aus Nicholſon's *Journ. of Nat. Phil., Vol.* 4, p. 5 f. *d. H.*

**) Die beſte durch Verſuche ausgemittelte Conſtruction der *Waſſertrommel* findet man in D. Lewis Zuſammenhang der Künſte etc. *B.* Vergl. *Annal. d. Phyſ.*, III, 30.

der hier durch den Fall des Waſſers bewirkt wird, ſich lediglich durch Luft- oder Windſtoſs hervorbringen, und unter Umſtänden, wo jene Maſchine nicht anwendbar iſt, zum Abführen der verdorbenen Luft oder des Rauchs brauchen laſſe; doch konnte ich erſt vor kurzem dieſen Gedanken ausführen. Hier die Zeichnung und Beſchreibung meines Inſtruments, welches in den Verſuchen, die ich damit angeſtellt habe, meiner Erwartung ganz entſprach. In Fig. 1, Taf. VII, ſieht man die äuſsere Geſtalt, in Fig. 2 einen Durchſchnitt deſſelben.

In den beiden groſsen Röhren, Fig. 2, findet von *A* bis *B* eine freie Communication der Luft ſtatt. Der Theil *CED* iſt ein offner abgeſtumpfter Kegel, welcher ſich mit der Röhre *EF* endigt, deren Weite $\frac{1}{3}$ Durchmeſſer, und deren Länge 2 Durchmeſſer der weiten Röhre beträgt. Die Grundfläche *CD* dieſes Kegels wird gegen den Wind gerichtet. Iſt der Wind auch nur ſchwach, ſo verurſacht er doch einen merklichen Luftſtrom innerhalb der groſsen Röhren von *A* nach *B*. Ein kleines Inſtrument, das ich bei einem ſehr ſchwachen Winde auf dieſe Art oben an einem Fenſter anbrachte, wirkte mit ſolcher Kraft, daſs die Flamme eines Lichtes, das in einiger Entfernung von der untern Oeffnung der Röhre horizontal ſtand, heftig in die Röhre *A* hineingezogen wurde, und die Röhre *B* in kurzer Zeit, ſo daſs man ſich daran verbrennen konnte, erhitzte. Dieſer Verſuch, den ich ſtets mit gleichem Erfolge, und in

Gegenwart vieler Zeugen angeſtellt habe, läſst keinen Zweifel, daſs das Inſtrument nicht auch im Groſsen von eben ſo guter Wirkung ſeyn ſollte.

Mit dieſem Blaſe-Ventilator, deſſen Gröſse nach den verſchiedenen Erforderniſſen einzurichten wäre, könnte man

1. die *Schächte* in Bergwerken von den böſen Wettern reinigen;

2. die Luft zwiſchen den Verdecken eines *Schiffs* erneuern, und die durch das Athmen der Mannſchaft und die Ausdünſtung des Mundvorraths, des faulenden Waſſers u. ſ. w. verdorbene Luft aus dem Schiffe fortſchaffen, wozu, nach Verſuchen in einem Modelle zu urtheilen, bei groſsen Schiffen nur 2 bis 3 Stunden Zeit erforderlich ſeyn würden.

3. den Zug der *Windöfen* beträchtlich vermehren, wenn man ihn oben auf die Zugröhre oder auf den Schornſtein ſetzte;

4. lieſse er ſich als *Ventilator* auf Kornböden, in Magazinen, Spitälern, Gefängniſſen und in Zimmern anbringen; und endlich iſt er

5. ganz beſonders dazu geſchickt, das *Rauchen der Schornſteine*, ſofern es durch überſtreichende Winde verurſacht wird, (die einzige von den 9 Urſachen des Rauchens, die Franklin in den Schriften der gelehrten Geſellſchaft zu Philadelphia aufzählt, gegen die er kein Mittel zu finden wuſste,) gänzlich zu verhindern, und zwar deſto ſicherer, je

ſtärker der Wind weht. Zu dem Ende muſs die Maſchine auf den Gipfel des Schornſteins, gerade ſo wie der ſogenannte *Bärenkopf*, (der aber ohne ſonderlichen Nutzen iſt,) geſetzt werden, und zwar auch auf einen Zapfen, damit ſie ſich nach dem Winde drehen, und ſtets der volle Wind in ihre koniſche Oeffnung hineinblaſen kann. Um dabei die äuſsere Luft zu verhindern, daſs ſie nicht zwiſchen der ſich drehenden und der feſten Röhre hinabſteige, umgiebt man das untere Ende der erſtern äuſserlich mit weichem Leder oder Kanefas, ſo daſs es zwiſchen beiden Röhren 2 bis 3 Zoll tief herabhängt. Dieſes Leder dient zu einer Art von Ventil, und hält die äuſsere Luft ab, nicht zwiſchen die Röhren hineinzudringen, ſo daſs die Maſchine in Beförderung des Zuges ihre volle Wirkung äuſsern kann. *) Eine andere noch zuverläſſigere, doch koſtſpieligere Methode, dieſes zu bewirken, iſt in Fig 3 vorgeſtellt. *A* ſtellt den feſten Theil der untern Röhre vor, der zu oberſt auf den Schornſtein nach der gewöhnlichen Art eingemauert wird, und *B* den beweglichen Theil, der ſich nach

*) Vorzüglich brauchbar ſcheint mir der Blaſe-Ventilator zu dieſer Abſicht auf den Schornſteinen der Schiffe zu ſeyn, da Seeſchiffe ſowohl als Fluſsſchiffe bei ſcharfem Winde oft viel vom Rauche leiden. Hier bedürfte es nur Vorrichtungen, wie die in Fig. 1 und 2 abgebildeten, welche jedesmahl einer von der Mannſchaft nach dem Winde drehen könnte. B.

dem Winde dreht, so dafs stets der volle Wind in die konische Oeffnung *G* bläst. *E* ist die senkrechte Stange oder Achse, auf deren Spitze sich *B* herumdreht; sie ist an die beiden Querstangen *DD* in der unbeweglichen Röhre *A* befestigt, und geht durch eine Oeffnung der Stange *H*, welche in die bewegliche Röhre *B* eingenietet ist. Die Stange *E* wird auf diese Art in ihrer senkrechten Stellung erhalten, und die bewegliche Röhre kann sich auf ihr um die feste herumdrehen, ohne sie zu berühren. An die feste Röhre *A* wird zu oberst von aufsen die kurze Röhre *CC*, angekittet, und in die dadurch entstehende 4 bis 5 Zoll tiefe Rinne so viel Queckfilber gegossen, dafs es $\frac{1}{2}$ Zoll über das untere Ende der beweglichen Röhre hervorragt, die sich in dieser Rinne frei herumdrehet; eine Vorkehrung, welche das Eindringen der äufsern Luft gänzlich hindert, ohne das Drehen der beweglichen Röhre im mindesten zu hemmen. Rund um diese wird ein kleines Dach *F*, *F* befestigt, um Regen und Staub von der Rinne abzuhalten.

Der Wind veranlafst in diesem Apparate den Luftzug durch die senkrechte Röhre *A*, wahrscheinlich auf folgende Art: Wenn der Windstrom in die konische Oeffnung *CD*, Fig. 2, eintritt, wird er von den Seitenwänden bis *E* immer mehr zusammengepresst; in diesem Zustande geht er durch die enge Röhre bis *F*, wo er sich wieder nach und nach konisch oder konoidalisch ausbreitet, und dann die

Luft in *B*, gegen die er ſtöſst, mitnimmt, welche durch die von *A* aus nachſteigende Luft erſetzt wird. *)

Mit Beibehaltung der Grundſätze, nach denen dieſe Maſchine eingerichtet iſt, könnte ſie leicht dahin abgeändert werden, daſs man durch *Waſſerdämpfe* aus einer Art von Aeolipila daſſelbe bewirkte, als hier durch den Wind, und mittelſt ihrer z. B. den Zug in Hohöfen verſtärkte, oder während einer Windſtille die Luft in einem Schiffe erneuerte.

Bedenkt man die Art, wie die koniſche Oeffnung in dem Blaſe-Ventilator, (*blaſt-ventilator*,) wirkt, ſo könnte man leicht auf den Gedanken kommen, ob ſich nicht um eine *Windmühle* Wände ſo anlegen lieſsen, daſs durch ſie der Wind auf eine

*) Verengt ſich der Luftſtrom, ſo nimmt er an Geſchwindigkeit zu, und indem er durch die Luft der weitern Röhre zieht, ſcheint hier das ſtatt zu finden, was Venturi, (*Annal. der Phyſ.*, II, 425,) Seitenmittheilung der Bewegung nennt. So fern dabei ein Ausſtrömen einer Flüſſigkeit durch die Röhre *AB* ſtatt findet, möchte die Wirkung des Blaſe-Ventilators noch beträchtlich erhöht werden, wenn man bei *A* und *B* koniſche Erweiterungen an die Röhre anſetzte, (*Annal. der Phyſ.*, II, 460 f.,) und beide Stücke der Röhre nicht rechtwinklig an einander ſtoſsen lieſse, ſondern ſie in Geſtalt eines Quadranten krümmte. (*Annal. der Phyſik*, II, 462.) *d. H.*

ähnliche Art verſtärkt, und zugleich auf einen feſten Windflügel, aus welcher Richtung er auch bliefe, geleitet würde. Eine ſo eingerichtete Windmühle würde auch den Vortheil gewähren, daſs man ihre Bewegung nach Belieben, auf eine ähnliche Art wie bei Waſſermühlen, reguliren und hemmen könnte, und die dazu aufzuführenden Wände könnten zugleich Vorrathshäuſer und andere nützliche Gebäude umſchlieſsen.

II.

Eine merkwürdige Erſcheinung durch ungewöhnliche Strahlenbrechung;

beobachtet

von

J. L. Heim

Viceconſiſtorial-Präſidenten zu Meiningen. *)

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Ich habe ſeit einigen Tagen die von Ihnen in die *Annalen der Phyſik* aufgenommenen Abhandlungen über die ſogenannte irdiſche Strahlenbrechung geleſen. Alle in denſelben angeführten Beobachtungen, — die Gruberiſchen künſtlichen Verſuche ausgenommen, — ſind auf groſsen Ebenen, in der Heide, in der Wüſte, auf dem Meere oder in der Nähe deſſelben gemacht worden. Aus *gebirgigen Gegenden* habe ich nicht eine einzige darunter gefunden. Es iſt auch leicht zu erachten, daſs dergleichen Strahlenbrechungen nicht leicht an Orten ſtatt finden können, wo nicht bloſs der Geſichtskreis eingeſchränkt iſt, ſondern auch Licht, Schatten, Höhe, Tiefe, Windzug, und ſo viele andere in kurzen Entfernungen abwechſelnde Urſachen, die Entſtehung, oder doch die Ausbreitung einer Luftſchicht

*) Dem Verfaſſer der trefflichen *geologiſchen Beſchreibung des Thüringer Waldgebirges.* d. H.

von gleicher Temperatur über einen beträchtlichen Raum, verhindern. Indeſſen iſt mir doch in der hieſigen gebirgigen Gegend eine ſolche Erſcheinung vorgekommen, deren Mittheilung, — der Seltenheit wegen, und weil ſie mit keiner *Spieglung aufwärts* verbunden war, *) — Ihnen vielleicht nicht unangenehm ſeyn wird.

Im *Werrathale*, das zwiſchen den parallel laufenden Bergketten des *Thüringer Waldes* und der *Rhön* die tiefſte Gegend ausmacht, befand ich mich auf einer Anhöhe von etwa 400 Fuſs. Vor mir in Weſten lag die *Rhön*, bis zu deren Anfang bei *Oberſladungen* 5 Stunden Weges gerechnet werden. Die Höhe der vorderſten Berge derſelben, die den Geſichtsſtrahl auffangen, und hinter welchen, (wie ich aus Erfahrung weiſs, auch von höhern Punkten um das Werrathal her, mit guten achromatiſchen Fernröhren und im Abendlichte, wo alle entfernten Gipfel deutlicher und näher erſcheinen,) ſchlechterdings nichts weiter geſehen werden kann, ſchätze ich auf 1400 Fuſs. Wenn man dieſelbe erſtiegen hat, ſo gelangt man auf eine weite Fläche, um derenwillen die Gegend die *breite Rhön* genannt wird. Nach ungefähr anderthalb Stunden Weges erhebt ſich weſt-ſüdweſtlich gegen das fuldiſche Territorium zu, ein zweites Stockwerk kleiner Berge, die aber, weil ſie auf die hohe Scheitelfläche des Gebirgs aufgeſetzt ſind, zu den höchſten Punkten deſſelben

*) Vergl. *Annalen der Phyſik*, III, 430. d. H.

gehören. Der vorderſte derſelben heiſst *Schwabenhimmelbett*, und der entfernteſte, ſchon am jenſeitigen Abhange, von welchem die Waſſer in die Fulda laufen, die *Wäſſerkuppe*. Er iſt zugleich der höchſte, und dürfte wohl über den Boden des Werrathals eine Elevation von 1800 Schuh haben. Hinter dieſen Bergen, nur etwas mehr nördlich, ſteigt, ganz auſserhalb der Bergkette, und aus dem niedrigen Lande, ein ſehr hoher Berg, die *Milzeburg*, wegen ſeiner Figur auch die *Todenlade* genannt, empor, der jedoch an Höhe der gegen über liegenden *Wäſſerkuppe* nicht gleich kommt. Bis zu demſelben hat man von hier aus eine ſtarke Tagereiſe nöthig, wobei freilich der Weg über das hohe Gebirge genommen werden muſs. Die gerade Linie nach Karten von der Gegend beurtheilt, dürfte $4\frac{3}{4}$ Meilen betragen.

Es war in der letzten Hälfte des Auguſts nach einem ſehr heiſsen Tage, als ich Abends gegen 6 Uhr auf die oben erwähnte Anhöhe kam. Ein Zug leichter Gewitterwolken, aus welchen es einigemal donnerte und ein wenig regnete, ſtieſs vom Thüringer Walde ab, und ging nach der Rhön, und dabei über die Gegend hin, die ich beſchrieben habe. Die Sonne in Weſten wurde durch dieſelben verdunkelt, und als ſie nach einiger Zeit hervorkam, war ſie im Begriffe, unterzugehen. In dem Augenblicke bemerkte ich eine auſserordentliche Helligkeit auf der Rhön, und zugleich Berge, die

ich sonst niemals aus meinem Standpunkte gesehen hatte. Gewöhnlich nehme ich, wenn ich Abends auf die Berge gehe, ein achroamtisches Fernrohr mit mir; aber diesesmal hatte ich nichts als eine kleine doch sonst sehr gute Lorgnette bei mir von englischer Arbeit. Mit dieser sah ich nicht nur die vorhin angeführten auf die Scheitelfläche der Rhön aufgesetzten Berge, sondern auch die hinter denselben stehende *Milzeburg* so deutlich und so nahe, als ob sie nur zwei Stunden Weges von mir entfernt gewesen wären. Besonders hell war *Schwabenhimmelbett*, auf welchem ich die Stellen wieder erkannte, wo ich vormals Steine gesammelt hatte. Ja eine Zeit lang, (ungefähr 6 Minuten,) war es so hell, dass ich, — so unglaublich es scheinen mag, — nicht nur den aus kurzem Gras und Moos bestehenden Rasen, womit die Gegend überzogen ist, unterscheiden, sondern auch sogar wahrnehmen konnte, dass er nass und mit schimmernden Tropfen bedeckt war, wie ungefähr die Wiesen im Morgenthaue, wenn sie von der Sonne beschienen werden. Sonderbar kontrastirten mit der Lichtzone um diese Berge her, die zur Seite noch stehen gebliebenen schwarzen Gewitterwolken. So wie die Sonne sank, fielen die von derselben abgekehrten Flächen in Schatten. Zuerst verschwand *Schwabenhimmelbett*, alsdann die *Milzeburg*, und zuletzt die *Wasserkuppe*. Von verkehrten, doppelten, in der Luft hängenden, durch vertikale oder horizontale Lichtstreifen getrennten Bildern, habe ich nichts wahr-

genommen. Alles war in seiner natürlichen Lage oder Stellung; alle Umrisse rein begrenzt; ich würde sonst schwerlich die Dinge wieder so haben erkennen können, wie ich sie ehemahls gesehen hatte, um so mehr, da ich mich anfangs betroffen fühlte, und nicht wusste, ob ich meinen Augen trauen sollte.

Nach den von Ihnen, von Grubern, Woltmann, Vince u. s. w. über die Strahlenbrechung aufgestellten Grundsätzen, glaube ich mir nun die Entstehung dieses Phänomens ganz natürlich erklären zu können. Die grosse Hitze des Tages, durch welche die um jene Berge her befindliche Luftschicht bis auf eine beträchtliche Höhe verdünnt werden konnte; der kurz vorhergegangene Regen und dessen Wirkung die Durchsichtigkeit und Spannung der Luftschichten zu erhöhen; der, meinem Bedünken nach, — wenn gleich aus der Reflexion des Lichts, die Sache allein nicht erklärt werden kann, — doch in diesem Falle nicht ganz aus der Acht zu lassende Stand der Sonne und der schiefe Einfallswinkel ihrer Strahlen, die, wenn sie einmahl von jenen Höhen, aufwärts convex, über die bis zum östlichen Rande des Gebirges sich erstreckende ebene Fläche, weggebrochen waren, leicht bei Verlängerung der Curve bis auf meinen niedrigen Standpunkt gelangen konnten: — dieses sind, wenn ich nicht irre, die Hauptumstände, auf welche es dabei ankommt. Vielleicht wäre es nicht unmöglich, dass noch einstens auf diesem Wege, Erscheinungen

vom Thüringer Walde und aus der hiesigen Gegend zu Ihnen nach Halle gelangen könnten. *)

*) Wie man sieht, im Ganzen dieselbe Erscheinung, welche Latham an der englischen Küste wahrnahm, (*Annal. der Phys.*, IV, 142,) nur dass der merkwürdige Fall, den Herr Vice-Consistorialpräsident Heim hier beschreibt, und den er mit so vielem Scharfsinne auffasste, noch mehr an das Wunderbare grenzt. Auch bei uns, mitten in Deutschland, ist also die *Fata Morgana* zu Hause, obwohl bei weitem seltener als in dem heissen Unter-Italien und unfern der See. Denn dass die wundervolle *Fata Morgana* zu dieser Klasse ungewöhnlich starker Refractionen gehört, glaube ich in einem der folgenden Stücke der Annalen ziemlich ausser Zweifel setzen zu können. *d. H.*

III.

Neue Beobachtungen über magnetiſche Granitfelſen auf dem Harze,

von

J. K. Wächter. *)

Daſs ſich am Fuſse des nordöſtlichen der beiden pyramidaliſchen Granitfelſen, die *Schnarcher* genannt, welche auf einem Bergrücken über Schierke neben einander liegen, eine Stelle befindet, wo die Magnetnadel vom magnetiſchen Meridiane abweicht, iſt ſchon ſeit einiger Zeit bekannt. **) Als Herr Wächter dieſe Stelle mit einem ſehr empfindlichen engliſchen Taſchen-Compaſs beſuchte, fand er, daſs das nördliche Ende der Nadel, wenn es an dieſe Stelle gehalten wurde, etwa 15 — 18° von ſeiner Richtung weſtlich abwich. An andern benachbar-

*) Aus *dem Verkündiger*, *Nürnberg* 1800, 22. Stück, S. 169 — 172.

**) Der Berghauptmann von Trebra war der Erſte, der dieſe merkwürdige Eigenſchaft an jenem Granitfelſen entdeckte; Herr Schröder in Wernigerode fand ſie auch an dem andern, höhern Schnarcher, und beſtimmte die Polarität des erſtern dahin, daſs die Nordſeite deſſelben den Nord-Pol, die Südſeite den Süd-Pol der Magnetnadel anzieht, und ſeine Beobachtung beſtätigte Hr. von Zach. Vergl. mein *Handbuch für Reiſende durch Deutſchland*, Th. 3, S. 723. *d. H.*

ten Stellen ſtand die Nadel ganz richtig im magnetiſchen Meridiane. Auf der Spitze des Felſens zeigte ſich eine ganz vorzüglich ſtarke Polarität. Dieſe Spitze wird von drei groſsen, horizontal auf einander liegenden Granitblöcken, aus welchen die *Schnarcher* überhaupt zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheinen, gebildet. Wenn man an der öſtlichen Seite dieſer Blöcke ſteht, und die Nadel gegen ſie heranbewegt, ſo weicht ſie ſchon in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuſs weſtlich von ihrer Richtung ab, und bringt man ſie dem mittelſten Blocke ganz nahe, ſo wird das nördliche Ende der Nadel von Norden durch Weſten nach Süden gegen den Block, und das ſüdliche Ende der Nadel völlig nach Norden gekehrt. Der Granitblock hat hier folglich ſüdliche Polarität. Dieſe Polarität zeigt ſich auch an den andern beiden Granitblöcken, aber nicht ſo ſtark wie an dem mittelſten, und an dieſen reicht der ſtärkſte Wirkungskreis auch nur etwa $\frac{1}{2}$ Fuſs weit. Andere unterhalb dieſem liegende Blöcke zeigen gar keine magnetiſche Eigenſchaft.

Durch die Entdeckung einer ſo beträchtlichen Polarität iſt nun Einheit in die magnetiſchen Erſcheinungen am *Schnarcher* gebracht. Der ganze Granitfelſen iſt zu einem ungeheuern *Magnet* mit Nord- und Süd-Pol geworden; der erſtere Pol liegt weſtlich am Fuſse, der letztere öſtlich an der Spitze, beide in einer Diagonale des Felſens. An der nördlichen und ſüdlichen Seite liegen lauter Indifferenz-Punkte.

Herr Wächter unterſuchte noch einige andere ganz iſolirte Granitfelſen in dieſer Rückſicht. Auf dem bekannten *Ilſenſteine* bei Ilſenburg fand er auf der Spitze eine Stelle, wo die Magnetnadel auf dieſelbe Weiſe, wie bei dem Schnarcher, aus ihrer Richtung, und ihr nördliches Ende nach dem Felſen zu gedreht wurde. *) Eine gleiche ſüdliche Polarität findet ſich an der ganzen öſtlichen Seite des pyramidaliſchen Granitblockes, der die Spitze bildet, nur in immer abnehmenden Graden, ſo wie man ſich von ſeiner äuſserſten Spitze entfernt; ſie iſt aber hier nicht ſo wirkſam wie auf dem Schnarcher. Auf der gegen über liegenden weſtlichen Seite findet man in einer künſtlichen, etwa eine gute Hand breiten Kluft eine entgegengeſetzte nördliche Polarität, die indeſs nicht ſo wirkſam iſt, wie die ſüdliche. Alle andere hier herum befindlichen Stellen ſind dagegen Indifferenz-Punkte, oder zeigen doch nur ſchwache magnetiſche Kraft. Die Linie, in welcher beide Pole liegen, ſcheint alſo nur ſchräg durch das oberſte Ende des Felſens zu laufen, und nicht wie beim Schnarcher von der Spitze bis zum Fuſse.

Die

*) Dieſen Inverſions-Punkt auf der Spitze des Ilſenſteins hat zuerſt Herr Ob. Wachtm. von Zach entdeckt. Das Nord-Ende der Nadel dreht ſich hier nach ihm plötzlich durch Oſten nach Süden.

d. H.

Die *hohen Klippen* liegen ebenfalls in der Grafschaft Wernigerode, in der Nähe des Brockens, in einer Reihe auf dem Rücken des Berges. Jede Klippe ist von der andern abgesöndert, und besteht eigentlich aus einem Haufen ungeheurer, auf einander gethürmter, einzelner Granitblöcke, welche so wenig mit einander verbunden, und so genau auf einander balancirt zu seyn scheinen, dafs man glauben sollte, es bedürfe nur eines Stofses, um sie aus einander zu werfen. An der westlichen Seite der höchsten Spitze fand Herr Wächter schon in einer Entfernung von einem Fufse eine sehr merklich wirkende nördliche Polarität, und an der gegen über stehenden östlichen Seite, eine noch gröfsere südliche, so dafs der entgegengesetzte ungleichnamige Pol der Nadel dem Pole des Felsens jedesmahl zugekehrt war. *) Diese Felsenspitze ist nur an der Westseite zugänglich; obgleich an dieser Seite die nördliche Polarität ziemlich weit verbreitet ist, so scheint sie doch nur an Einer, wiewohl nicht sehr kleinen Stelle, zu liegen. An der südlichen Seite des Granitblockes befinden sich lauter Indifferenz-Punkte. Die andere minder hohe Klippe zeigt dieselben Erscheinungen, nur in einem noch beträchtlichern Grade. Hier lag die wirksamste Stelle an einer scharfen Kante.

*) Die Polarität der sogenannten *Hohneklippen* hatte vorher, so viel ich weifs, noch kein anderer Naturforscher erprobt. *d. H.*

Nun ging Herr Wächter zurück, und unterſuchte auch den *zweiten, höhern, ſüdweſtlichen Schnarcher*, der aber ohne Leiter nicht zu beſteigen war, und alſo nur am Fuſse unterſucht werden konnte. Hier fand er an zwei entgegengeſetzten Stellen eine ſehr beträchtliche Polarität. Der Süd-Pol lag an der nordöſtlichen Seite, und zeigte ſich an der Spitze eines beträchtlich vorragenden Granitblockes vorzüglich ſtark. Das nördliche Ende der Nadel ward in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Fuſs mit Schnelligkeit herumgeriſſen, und der Felſenſpitze zugekehrt. Auf der weſtlichen Seite lag der Nord-Pol, er war aber bei weitem nicht ſo wirkſam als der erſtere, und auch nur an ein Paar Granitblöcken merklich.

Als darauf Herr Wächter den früher unterſuchten *erſten Schnarcher* noch einmahl beſtieg, entdeckte er hier noch eine merkwürdige Anomalie in den magnetiſchen Erſcheinungen. Etwa in der Mitte des mittelſten Blocks auf dieſem Felſen lag, wie ſchon angeführt worden, der Süd-Pol, und war bereits in einer Entfernung von zwei Fuſs wirkſam. Jetzt unterſuchte Herr Wächter auch die beiden Enden dieſes Blocks, und fand, daſs ſie beide eine ſo ſtarke nördliche Polarität zeigten, daſs das ſüdliche Ende der Nadel in der Entfernung ſchon in Bewegung gerieth. An einem und demſelben Granitblocke befinden ſich alſo drei Pole, und zwar ſo, daſs der Süd-Pol in der Mitte des Blocks von

den beiden Nord-Polen am Ende eingeschlossen ist. *)

Der Granit der beiden *Schnarcher* ist derber wie der der *Hohneklippen* und des *Ilsensteins*, und giebt am Stahle viel Funken. Der Granit des Ilsensteins ist nicht sehr fest, und scheint durch seine gelbliche Farbe zu verrathen, dass er der Auflösung nahe ist.

Diesen Beobachtungen fügt Herr Wächter noch folgende Bemerkungen hinzu: 1. Die sämmtlichen von ihm untersuchten Granitfelsen liegen um den Brocken in einer Entfernung von 3 Stunden herum. — 2. Bei allen liegt auf der östlichen Seite der Süd-Pol, auf der westlichen der Nord-Pol. — 3. Der Süd-Pol ist bei den meisten viel schärfer bestimmt und kräftiger als der Nord-Pol; dabei nimmt aber doch der Süd-Pol eine grösere Fläche ein. — 4. Wo sich Polarität zeigt, ist sie an den hervorragenden Ecken und Kanten der Granitblöcke gewöhnlich am stärksten, doch nicht immer. Auch scheint sie mit der Festigkeit des Granits in Verhältniss zu stehen. — 5. Die Linie, in welcher beide Pole liegen, hat ein sehr verschiedenes Streichen, bald von der Spitze bis zum Fusse, bald anders; an der Spitze des Felsens findet sich aber *immer* Polarität. — 6. Der Granitblöcke, welche keine Wirksamkeit auf den Magnet äussern, oder der Indifferenz-Punkte, sind an einer Klippe bei weitem mehrere als der wirksamen. Diese finden sich

*) Vergl. die Anmerkung am Schlusse.

gewöhnlich nur einige. Der Oberfläche der Granitblöcke, oder eingemischtem magnetischen Eisen, scheint also wohl die Ursache der magnetischen Erscheinungen nicht beigelegt werden zu können. Eisenfeilspäne haften nicht im mindesten auf den stärksten Stellen. — 7. Die Granitfelsen scheinen, das im Grosen zu seyn, was eiserne magnetische Stäbe im Kleinen sind; beide werden nämlich magnetisch. — 8. Scheint es, dafs man die magnetischen Eigenschaften ganzer Felsen von denen einzelner abgeschlagener Gebirgsmassen unterscheiden müsse.

Anmerkung,

über gleiche Polarität an zwei entgegengesetzten Endpunkten eines magnetischen Stoffs.

Vassalli erzählt in einem Briefe an den Abt Amoretti, (*Opuscoli scelti sulle scienze et sulle arti*, T. XIX, Milano 1796, p. 215,) er habe versucht, ob man nicht einem Eisen, das auf einer Seite sehr dick, auf der andern entgegengesetzten sehr dünn war, auf beiden Seiten gleiche Polarität geben könne. Dies sey ihm auch vollkommen gelungen, indem er beide Seiten abwechselnd in dieselbe zur Verfertigung künstlicher Magneten gewöhnliche Lage gebracht habe. Möglich ist es, hieraus jene von Hrn. Wächter beobachtete gleiche Polarität an beiden Seiten eines Granitblockes zu erklären, so wie es eben so gut auch möglich ist, dafs sie von einzelnem eingesprengten magnetischen Eisen entstanden ist. In demselben Briefe Vassalli's ist es, wo er seine Magnetnadel ohne Abweichung nach acht-

jähriger Erfahrung, (die erſte Nachricht ſteht in der *Bibliotheca oltremontana ad uſo d'Italia*, Vol. III, p. 236,) wieder ins Gedächtniſs bringt. Es iſt doch wohl etwas unbillig, mit Tremery achtjährige Erfahrungen eines unbeſcholtenen Mannes, wegen einer ſo unvollkommenen Theorie, wie die bisherige magnetiſche, zu verwerfen. Vaſſalli's Vorſchlag ſcheint zwar auch mir nicht von Erfolg zu ſeyn, aber darum möchte ich ihn doch nicht geradezu verwerfen. Taf. VII, Fig. 4, ſeyen zwei Magnetnadeln, die durch den hölzernen Stab *AB* in *a*, *b* und in *c*, *d* in entgegengeſetzter Richtung unveränderlich befeſtigt ſind. Man ſieht leicht, daſs, ſo wie der obere Nord-Pol ſtärker nach einer Seite, z. B. nach Oſten, gezogen wird, eben ſo auch der untere dahin gezogen wird; vorausgeſetzt, daſs beide gleich ſtark ſind, ſo werden ſich beide Abweichungen aufheben. Im Allgemeinen glaube ich daher nicht, daſs dieſem Vorſchlage einer *Magnetnadel ohne Abweichung* etwas entgegenſtehen würde, als die Schwächung der magnetiſchen Kraft der einen Nadel durch das beſtändige Halten nach der dem natürlichen Zuge entgegengeſetzten Richtung. (Es verſteht ſich, daſs beim Magnetismus die Repulſion nur eben ſo ſcheinbar wie bei der Electricität iſt.)

L. A. von *Arnim*.

IV.

UEBERSICHT

der magnetiſchen nicht-metalliſchen Stoffe,

von

L. A. von Arnim.

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Achat.	*Anton Brugmans*, (Beobachtungen üb. d. Verwandtſchaften des Magnets, Leipz. 81, S. 128).	
Asbeſt.	*A. Brugmans* Verſ., S. 156.	48,45 Talkerde, 46,66 Kieſelerde, 4,79 Eiſen (Wiegleb in Crell's Ann. 84, I, 521).
	S. Brugmans (litt. holl. Groeningana, Gron. 81, p. 98.)	
Baſalt von Grebsdorf in Schleſien.	*Charpentier* (im Intelligenzbl. der allgem. Litt. Zeitung von 97, No. 59).	52 Kieſel, 15 Thon-, 8 kohlenſ. Kalkerde, 25 Eiſen, (Bergmanni opusc. III, p. 213).
vom Fichtelberge bei Wieſenthal, der ſchwarze ſtärker als der graue.	*S. Brugmans*, p. 74; *von Veltheim*; und *Steinhäuſer*, (in Scherer's Journal I, S. 279).	
Baumrinden.	*A. Brugmans*, Verſ., S. 39.	
Bernſtein.	*A. Brugmans*, Verſ., S. 128.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Bimſtein.	*A. Brugmans*, Verſ., S. 123, vielleicht auch *Bouguer.* *)	77,50 Kieſel-, 17,50 Thonerde, 1,75 Eiſenoxyd, (Klaproth's Beiträge, II. Band, S. 65).
Bol.	*v. Schlottheim*, (in Crell's Ann. 97, I, S. 107).	19 Thon-, 47 Kieſel-, 6,20 Talk-, 5,40 Kalkerde, 5,40 Eiſen, 17,50 Waſſer, (Bergmanni Opusc. IV, p. 154).
Chryſolith.	*A. Brugmans* Verſ. S. 127.	
Dammerde.	*A. Brugmanns* Verſ. S. 22.	
Diamant, weiſser und gelber.	*A. Brugmans*, (phil. Verſ. über die magnetiſche Materie, Leipz. 84, S. 293).	Kohlenſtoff nach Guyton, (Annal. der Phyſik, II, S. 399. **)
Eſſigſaures Eiſen.	*A. Brugmans* Verſ. S. 45.	
Feldſpath, je röther, deſto ſtärker.	*S. Brugmans*, p. 42, *v. Schlottheim* in Crell's Annalen, 97, I, 108.	64 Kieſel-, 36 Thonerde und 6 Eiſen, (Heyer in Crell's Ann. 88, II, S. 147).
Filtrirſtein.	*S. Brugmans*, p. 38.	

*) Bouguer beſchreibt einen weiſsen von Vulkanen ausgeworfenen Stein, der ſchwarz überzogen, ſtark auf die Magnetnadel gewirkt habe. (La figure de la terre determinée par Bouguer, Paris 1749, p. LXXXIV.) *A.*

**) Doch iſt in Guyton's Analyſe nicht darauf Rückſicht genommen, ob er nicht ſogenannte Kryſtalliſations-Waſſer, alſo Waſſerſtoff und Sauerſtoff enthalte. *A.*

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Glimmer, schwarzer.	*S. Brugmans*, p. 101.	35 Kiesel-, 50 Thon-, 1,35 Talkerde, 7 Eisenkalk, (Vauquelin im Journal des Mines XXXIII, 302).
Grauwacke, (Quarz, Thon u. Kieselschiefer).	*Charpentier*, a. a. O.	
Granat. Er hat die stärkste Polarität unter allen von S. Brugmans unters. Fossilien.	*S. Brugmans*, p. 50. *A. Brugmans*. Vers. S. 128 und M. S. 295.	Der Böhmische 40 Kiesel-, 28,50 Thon-, 10 Talk-, 3,50 Kalkerde, 16,50 Eisenkalk, 0,25 Braunsteinkalk, (Klaproth's Beiträge II, S. 21).
Saussure beobachtete dies an dem schönsten durchsichtigen orientalischen.	*Saussure* Voy. T. I, §. 84 et 85.	Der oriental. 35,75 Kiesel-, 27,25 Thonerde, 36 Eisenk., 0,25 Braunstein. Das. S. 26.
Granit. Der Granit der Schnarcher soll Magnet-Eisenstein eingesprengt enthalten. *)	*v. Zach*, (in Bode's Samml. z. astr. Jahrb. 1794).	
Hornblende.	*v. Humboldt*, (im Intell. der allg Lit. Z. 97, No. 38).	37 Kiesel-, 22 Thon-, 16 Talk-, 2 Kalkerde, 23 Eisenkalk, (Kirwan in d. n. A. f. Miner. I B., S. 289).

*) Steinhäuser in Scherer's Journal, I, S. 267, fand Magnetismus an einem Granit, der strahligen *Wolfram* enthielt, von Reutenkranz, und an einem mit grüner *Talkerde* mit Granaten. A.

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Hornstein.	*S. Brugmans*, p. 74.	
Holz, insbesondere das dichtere.	*A. Brugmans* Verf., S. 38.	
Jaspis. Bis zu den kleinsten Stücken polarisirend, der rothe insbesondere.	*S. Brugmans*, p. 68. *A. Brugmans* Verf., S. 123. *Steinhäuser*, a. a. O., S. 277.	
Kalkstein.	*S. Brugmans*, p. 12.	
Kalkgang aus dem Wildsberge bei Marienberg.	*Charpentier*, a. a. O.	
Labradorstein. *)	*A. Brugmans* phil Versuche, S. 296	(Chromium?)
Lava. Sie zog gar kein magnetisches Eisen an.	*Breislak*, (in Voigt's Magazin, IV. B St. 4, S. 34,) und *Gioeni*, (Saggio di lithologia vesuviana, Napoli 1790, p. 88.)	
Ein Mühlstein, der Lava ähnlich.	*A. Brugmans* Verf., S. 116.	
Marmor, schwarzer.	*A. Brugmans* Verf., S. 107.	
Pechstein.	*Steinhäuser*, a. a. O., S. 277.	73 Kiesel-, 18 Thonerde, 5 Eisenkalk, Wasser, (Wiegleb in Crell's neuesten Entdeckungen, Th. II, S. 26).

*) Herr v. Schlotheim spricht ihm den Magnetismus ab, in Crell's Annalen, 97, I, S. 109; ich habe mich aber von der Richtigkeit der Brugmanoischen Beobachtung, wenigstens in einigen Stücken überzeugt. *A.*

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Porphyr. Bei Pini war die Hauptmaſſe des einen Pechſtein, des andern Jaspis; in beiden Feldſpath.	*S. Brugmans*, p. 116. und *Pini*, (Memoria di alcuni foſſili ſingolari della Lombardia auſtriaca et di altre parte dell' Italia, 8. Milano 1791, §. 5, p. 8).	
Porphyrſchiefer.	*Charpentier*, a. a. O.	
Pechſtein-Porphyr von Schneeberg.	*Adolph Beyer*, (im Intell. d. allg. Litt. Z. 97, No. 87.)	
Quarz. Der weiſse nie, aber der graue körnige immer.	*S. Brugmans*, p. 46.	
Quarz, mit ſchwarzem Schörl.	*S. Brugmans*, p. 108.	
Rubin, deſto mehr je dunkler.	*A. Brugmans* Verſ., S. 127.	
Rubibalaſs und Rubizell.	*A. Brugmans*, P. V. und M., S. 294.	
Sandſtein, der rothe am ſtärkſten, der gelbe weniger, der weiſse gar nicht.	*S. Brugmans*, p. 29 — 35.	
Salpeterſaures Eiſen.	*A. Brugmans* Verſ., S. 41 — 50.	98 Thon-, 0,5 Kalkerde, 1,0 Eiſenkalk, (Klaproth's Beitr. I, S. 77.
Saphir.	*A. Brugmans* M., S. 295.	
Schwefelſaures Eiſen.	*A. Brugmans* Verſ., S. 41 — 50.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Schwefelſaurer Zink u. Kupfer.	*A. Brugmans*, S. 38.	
Smaragd.	*A. Brugmans* Verſ., S. 127.	
Serpentin.	*A. Brugmans* Verſ., 124. *S. Brugm.* 98.	
Vom Paſs Vulkan.	*Fichtel's* mineralogiſche Aufſätze, Wien 94, S. 223.	
Von dem Haidberge bei Gefreeſs im Bayreuthiſchen.	*v. Humboldt* in der all. Litt. Z., Int. Bl. f. 1796, S. 1447, und 1797, No. 38, 68; ferner in *Crell's* Annalen für 97, I. B., S. 100. (Vergl Moll's Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, III. B. Salzburg 1799, S. 317.	33,5 Talk-, 45 Kieſel-, 6,25 Kalkerde, 14 Eiſen. (Knoch in den chem. Annalen, 90, II. B., S. 504).
Von Zöblitz und von Waldheim.	*Charpentier* a. a. O. *Schlottheim* a. a. O., S. 106.	Enthält Chromium nach Roſe in Scherer's Journ. IV. B., S. 308.
Von Erbendorf bis zum Schloſſe Kretſchenweil.	*Remer* im Münchner Taſchenbuche für 1798.	
Alle Serpentine aus dem Voigtlande.	*Steinhäuſer* a. a. O., S. 279.	
Schwamm.	*A. Brugmans* Verſ.	
Schillerſpath von der Paſte bei Harzburg, von Vellerano bei Siena, und aus dem Innthale bei Hall.	*Charpentier*, a. a. O.	51 Kieſel-, 33,33 Thon-, 6 Talk-, 7 Kalkerde, 17,5 Eiſen. (Heyer in Crell's Ann., 88, II. B., S. 147).

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Speckſtein.	*S. Brugmans*, p. 104.	30,5 Talk-, 59,5 Kieſelerde-, 2,5 Eiſenkalk, 5,5 Waſſer. (Klaproth's Beiträge, II, S. 179).
Spinell.	*A. Brugmans* M., S. 295.	82,47 Thon-, 8,78 Talkerde, 0,18 Chronium-Kalk, (Vauquelin im J. des Mines, XXXVIII, p. 89).
Strahlſtein.	*S. Brugmans*, p. 98.	
Syenit vom Spaarberge bei Meiſſen.	*Charpentier.*	
Talk.	*A. Brugmans* Verſuch, S. 130. *v. Schlotheim*, am angef. Orte.	
Thonerde aller Art.	*A. Brugmans* Verſ., S. 25.	
Gebrannte Ziegel, vorzüglich auch Porcellain.	*Ebenderſelbe*, S. 88 — 90.	
Thonſchiefer.	*S. Brugmans*, p. 74.	
Thonſchiefer, uranfänglicher von rothbrauner Farbe aus der Gegend von Falkenſtein im Voigtlande; iſt ſelbſt Magnet, hat ſeine beſtimmten Pole und zieht viel Eiſen an.	*Steinhäuſer*, a. a. O., S. 277.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Beſtandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Topfſtein.	*S. Brugmans*, p. 98.	
Torf.	*A. Brugmans* Verſ., S. 31.	
Traſs oder Tufſtein.	*Ebendaſ.*, S. 34. (Vergl. B. 32 der ſchwed. akademiſchen Abh. Leipzig 74, S. 52. Breislak in Gioeni lith. veſuv., p. 89).	
Türkis.	*Ebendaſ.*, S. 128.	
Turmalin.	*A. Brugmans* M., S 295.	40 Kieſel-, 39 Thon-, 4 Kalkerde, 12 Eiſenkalk, 2,50 Braunſtein, (Vauquelin in Ann. de Ch., No. 88, p. 105).
Thieriſche Theile. Haare, Federn, Fiſchgräten.	*A. Brugmans* Verſ., S. 104.	

Nur wenige Worte will ich dieſer Ueberſicht hinzufügen, die Reſultate hingegen mit manchen andern Bemerkungen ſpäterhin im Zuſammenhange vorlegen. Mein Wunſch war, daſs ſie möglichſt vollſtändig alle bekannt gewordenen Beobachtungen aufſtellen möchte; dadurch glaubte ich ein Hauptbedürfniſs zu befriedigen. Eine Ueberſicht des gröſsern Theils der magnetiſchen *metalliſchen* Stoffe, hat Herr Ritter in dieſen Annalen geliefert, (*Annalen*, IV, S. 15 — 33.) Die *Metallkalke* und *Erze*, z. B. Gallizin's Eiſenerz, (v. Crell's

Annalen, 97, I, 63,) habe ich ebenfalls weggelaſſen; es iſt genug, daſs ich im Allgemeinen bemerke, auch der gelbe und rothe Eiſenkalk ſey nach Brugmans Verſuchen, (Brugmans *V.*, S. 45,) noch vom Magnete gezogen worden; eben ſo faſt alle damahls bekannten Metallkalke, ſelbſt der Metalle, die im metalliſchen Zuſtande nicht anziehbar waren. Unter den *Erzen* fand er den würfligen Bleiglanz, insbeſondere die Zinnerze, die Kupfererze, Gold- und Silbererze und Queckſilbererze magnetiſch, (Brugmans *V.*, S. 156 — 165.) Die Namen der Foſſilien habe ich nicht ändern mögen, es hätte dadurch eher Miſsverſtand entſtehen können; dies iſt aber auch Urſache, daſs bei manchen keine chemiſche Analyſen ſtehen, die natürlich auch bei allen gemengten Foſſilien und den Salzen weggeblieben ſind.

Hier noch einige Verſuche als Nachträge zu meinem frühern Aufſatze über Magnetismus, (*Annalen*, III, S. 48.) Morveau fand, daſs metalliſches *Platin* erſt nicht vom Magnet gezogen wurde, da hingegen es mit Kohlen umgeſchmolzen magnetiſch wurde, (Rozier *obſ.*, T. VI, 1775 ſept., p. 193 — 203. Crell's *Beiträge*, III. B., S. 357.) Brugmans ſagt, daſs unter allen damahls ſogenannten Halbmetallen das *Zink* den ſtärkſten Magnetismus gezeigt habe, (Brugmans *V.*, S. 163,) und Laſſone erhielt beim Verkalken deſſelben Kohlenſäure, und Berthollet ſogar aus 4 Loth Zink $14\frac{1}{2}$ Gran Kohle, die etwas Eiſen und Braunſtein

enthielt, ohne zu rechnen, was mit dem Waſſerſtoffgas verbunden verloren ging, (Crell's *Ann.*, 94, I. B., S. 526.) Auch *Wismuth* iſt ſtark magnetiſch, (Brugmans *V.*, S. 163,) und Herr Lampadius, (*Samml. prakt.-chem. Abhandl.*, I. B., S. 152,) erhielt beim Verkalken deſſelben etwas Kohlenſäure. Die Verbindung des *Kupfers* und *Braunſteins* mit Kohle ſind bekannt. Ueberhaupt ſind indeſſen die Verbindungen der Kohle mit den Metallen noch zu wenig unterſucht; über den Kohlenſtoff ſelbſt, ſeine verſchiedene Bildung u. ſ. w. läſst ſich noch immer mehr vermuthen, als beweiſen.

Angenehm war es mir, die in meinem frühern Aufſatze aufgeſtellte Beobachtung über den Zuſammenhang zwiſchen Cohärenz und Magnetismus von Herrn Schelling in ſein Syſtem aufgenommen zu finden, (*Syſtem des transſcendentalen Idealismus*, Tübingen 1800, S. 184;) doch geſtehe ich, daſs ich die Coincidenz der *a priori* dort conſtruirten Linie mit der des Magnets nicht finde, (S. 179,) und glaube, der Magnetismus ſey mehr, oder vielmehr etwas anderes als das Conſtruirende der Länge, und nur durch Conſtruction aller drei Dimenſionen möglich. Das Geſetz der Einheit der Miſchung bei der Zweiheit der Klaſſen der gemiſchten Stoffe, (Sauerſtoff und Nichtſauerſtoff,) welches ich dort für die meiſten magnetiſchen metalliſchen Stoffe bewieſen zu haben glaube, (ein Geſetz, an deſſen Uebereinſtimmung mit dem Galvaniſchen, von Herrn Ritter aufgeſtellten, ich

erſt einige Zeit nach dem Abdrucke jenes Aufſatzes dachte,) wird auch durch die hier zuſammengeſtellten magnetiſchen nicht metalliſchen Stoffe beſtätigt. In allen ſind Sauerſtoff und ſauerſtoffbare Stoffe.

Wenn auch unſre chemiſchen Unterſuchungen uns nicht ſagen können, ob in einer Verbindung eines Metalls mit einer Erde Sauerſtoff iſt, ſo beweiſt es doch ſchon die Unmöglichkeit, einen metalliſchen Stoff als Metall damit zu verbinden. Merkwürdig iſt es ſicher, daſs hauptſächlich ſo vereinzelte verwitternde Gebirgsmaſſen, wie die Schnarcher, der von Herrn v. Humboldt aufgefundene Serpentin-Felſen im Fichtelgebirge und andere, einen ſo ausgezeichneten Magnetismus zeigen. Oder iſt es nur Mangel fleiſsiger Beobachtung, der uns dieſe kleinern Erdpole ſo ſelten wahrnehmen läſst? Oder paſst dies etwa mit Buffon's Erfahrung, (*Supplem. à l' hiſt. nat.*, T. II, p. 39,) zuſammen, daſs Erze nur in offenen Tiegeln geglüht, Vermehrung ihrer magnetiſchen Kraft zeigen? und wird es hierdurch nicht ſchon wahrſcheinlich, daſs der oben liegende Südpol mehr oxydirt werden muſs? Worin beſteht auch wohl die Luft-Verwitterung einer Gebirgsart anders, als in der Abſcheidung des darin enthaltenen Metalls durch Oxydation deſſelben? Ich kann einen Verſuch nicht unerwähnt laſſen, den ich in dieſem Frühjahre ſehr oft mit demſelben Erfolge wiederhohlt habe. Wenn ich von drei polirten magnetiſchen Stäben zwei mit

un-

ungleichnamigen Polen und den dritten mit gleichnamigen Polen, befeuchtet an einander legte, so hatte ich nach einer Nacht zwischen jenen immer gelben vollkommenen, zwischen diesen schwärzlichen unvollkommenen und viel weniger Eisenkalk. Von Einfluss für den Magnetismus ist auch die von Pictet beobachtete grösere Wärmeverbreitung nach oben in festen Körpern; — doch davon die weitere Ausführung an einem andern Orte.

So wie der Magnetismus des Serpentins, nach dem von Herrn Rose darin gefundenen Chromium, Herrn Ritter's Vermuthungen über den Magnetismus des Chromiums bestätigen: so können uns der ausgezeichnete Magnetismus des mit Wolfram durchzogenen Granits, so wie der Titangehalt, nach H. Crell's Analyse, (Crell's *Ann.*, 97, I, S. 73,) des Gallitzinschen Fossils, zu neuen Vermuthungen über den Magnetismus beider berechtigen.

V.

Scipio Breislak's physikalische Topographie von Campanien,

ausgezogen

von

Leopold von Buch.

in Berlin. *)

Breislak war schon durch sein treffliches Werk über die Solfatara, (in deren Krater er Jahre lang einsam gelebt hatte, um dieses Wunder der Natur an Ort und Stelle gehörig zu studiren,) und durch andere gründliche naturhistorische Werke, als einer der ersten Naturforscher Italiens bekannt. Das gegenwärtige Werk enthält die Resultate seiner mühsamen zwölfjährigen Nachforschungen in *Campanien*, d. i. in der Provinz, welche Neapel umgiebt. Bisher gab es über die Mineralogie des Vesuvs blose Fragmente. Alle bisherige Schriften über diesen Vulkan, die zusammengenommen fast eine kleine Bibliothek ausmachen, enthielten blos die Geschichte einzelner Ausbrüche, und das einzige eigentliche mineralogische Werk über denselben, der Katalog von *Gioeni*, ist mehr nichts als ein Katalog. Breis-

*) *Journal de Physique*, t. 6, p. 325—331. Der Titel des Werks ist: Scipione Breislak *Topographia Physica della Campania, dedicata alla Signora Contessa Skawronsky. Firenze 1798.*

lak war der Erſte, der dieſe Gegenden als phyſikaliſcher Geolog unterſuchte, und ſeinem geübten und groſsen Blicke und ſeiner Genauigkeit verdanken wir dieſe höchſt intereſſante phyſikaliſche Schrift, und die einzige wirklich geologiſche Beſchreibung des Veſuvs, die wir beſitzen.

Kapitel I. Die ganze *vulkaniſche Gegend*, welche man ehemals das *glückliche Campanien* nannte, wird von einem Halbkreiſe hoher Kalkgebirge umgeben, die zur groſsen Kette der Apenninen gehört, ſich vom Vorgebirge von Gaeta nach Süden bis zum Vorgebirge der Minerva, oder de la Campanella zieht, und ſich dort zwiſchen den Buchten von Salerno und Neapel endigt. Sie beſteht aus einem grauen, dichten, ſchuppigen *Kalkſteine, von neuerer Formation.* Der hohe Berg von Pietra Roja bei Ceretto enthält viele Abdrücke von Fiſchen, höher hinauf Pectiniten und Ammoniten, und man hat darin ſogar einen Knochen eines groſsen Seethiers gefunden. Eben ſo enthält der Kalkſtein bei Torre d'Orlande unweit Caſtel a Mare viele Ueberreſte des *Sparus Gurracinus*, eines kleinen, in Neapel auſserordentlich häufigen Fiſches. Nach Salerno und Sorrento zu geht indeſs der Kalkſtein in Gebirgsarten von älterer Formation über. Der Berg von Maſſa beſteht ſchon aus glimmrigem Thonſchiefer, der auf glimmrigem Sandſtein ruht, beide wahrſcheinlich von einer Formation, die zunächſt auf die der uranfänglichen Gebirge folgte. Sie iſt dieſelbe, in der ſich die reichen Erzgänge Siebenbür-

gens, des Harzes, und die meiſten von Giromagny im Elſaſs befinden, und die Wernerſche Schule nennt ſie die *Uebergangs-Formation*.

Faſt überall am Fuſse der erſten Kalkhügel quellen *Schwefelwaſſer*, die eine Menge Schwefel abſetzen, und über die ein Nebel von Schwefel-Waſſerſtoffgas hängt. Dahin gehören die mineraliſchen Quellen unter Pujo bei Garigliano, die bei Sarno, und die unter den Alten ſo berühmten bei Caſtel a Mare. Sie haben wahrſcheinlich ihren Urſprung in der vulkaniſchen Gegend, ſtoſsen in ihrem unterirdiſchen Laufe gegen jene groſsen Kalkſteinmaſſen, die ſie nicht durchdringen können, und werden durch ſie gezwungen, zu Tage hervorzubrechen. Wenigſtens ſcheint ihre Temperatur, welche die der Atmoſphäre nie übertrifft, auf einen unterirdiſchen Lauf von einem Punkte ab zu deuten, wo ſie erhitzt genug ſind, die Stoffe aufzulöſen, die ſich aus ihnen niederſchlagen, ſo wie ſie mit der Atmoſphäre in Berührung kommen.

Kapitel II, III. Die groſse Ebene Campaniens wird von zwei merkwürdigen Bergen durchſchnitten, dem *Mont-Maſſico* und der *Rocca Monfina* bei Seſſa. Erſterer beſteht aus Kalkſtein, letzterer iſt ein ſehr groſser, verloſchner Vulkan, an dem ſich noch ſehr deutliche Spuren mehrerer Krater und vieler Lavaſtröme finden. Breislak iſt der Erſte, der dieſen verloſchnen Vulkan auffand, über den er im April 1793 ſeine Unterſuchungen anfing. Die Stadt *Seſſa* an ſeinem Fuſse hat wahrſcheinlich daſ-

selbe Schicksal als Herculaneum erlitten, obgleich die Geschichte dessen nicht erwähnt. Denn beim Nachgraben in der jetzigen Stadt, stößt man überall unter der Puzzolanerde auf Ueberreste alter Gebäude. Man hat hier Zimmer mit Gemählden, und selbst ein Amphitheater aufgegraben, und die Masse, womit diese Gebäude bedeckt sind, gleicht gar sehr der, welche über Herculaneum liegt.

Geht man von Sessa dem Laufe der Bäche entgegen, so kömmt man bald bei Molara di Valogna auf zwei über einander liegende Lavaströme. Die Lava des untern ist grau, porös, und enthält viele Leucite, (Breislak's *Petrosilex argillaceus*,) und einige kleine Olivinkrystalle; die Lava des obern ist viel dunkler, von feinerm und dichterm Korne, enthält nur wenig Leucite, aber viele Olivine, (Augite,) und gleicht vollkommen den Steinen, woraus die *Via Appia* gebauet ist. Alle Schriftsteller irrten sich bisher in dem Orte, von wo Appius die Steine erhielt, da man die Rocca Monfina bis jetzt nicht kannte. Denn weder die Berge von Cori und Segni, noch der Mont-Massico, noch die Gegend um Pozzuoli, noch der Vesuv selbst, konnten sie liefern, abgesehn selbst von dem beschwerlichen Transport derselben von diesen Orten, statt dass man sie dort gleich in der Nähe hatte.

Einen andern Strom dichter Lava, der nichts als Olivine, (Angite?) enthält, findet man auf dem Wege von Sessa nach der Rocca Monfina. Noch jetzt sieht man auf seiner Oberfläche alle die Krümmungen und

Windungen, welche die jetzigen Laven auf ihrem Laufe annehmen; ein Zeichen, dafs er nicht sehr alt seyn kann. Auch haben in der That alle Lavaströme in der Gegend von Sessa ein so frisches Ansehn, als die neuen Laven des Vesuvs. Um so mehr mufs man sich verwundern, dafs sich in keinem einzigen Historiker irgend ein Factum findet, woraus man auf einen Ausbruch des Vulkans der Rocca Monfina schliefsen könnte.

Breislak beschreibt diesen ganzen merkwürdigen Berg mit aufserordentlicher Genauigkeit, und verfolgt jene Lavaströme von ihrem Ursprunge an, bis wo sie sich in den tiefen Thälern am Abhange des Berges verlieren, indem er ihre Verschiedenheiten und ihre Uebereinstimmung bemerkt. Man glaubt mit ihm umher zu wandeln und zu beobachten, und mufs erstaunen, wie es möglich war, einen so unbezweiflichen Vulkan, der den Vesuv um vieles an Gröfse und Varietät der Laven übertrifft, und sich fast mit dem Aetna messen dürfte, so lange zu übersehn.

Der Krater dieses mächtigen Vulkans ist fast ganz zusammengestürzt; doch läfst sich ziemlich deutlich wahrnehmen, dafs er ungefähr 8 ital. oder fast 2 geogr. Meilen im Durchmesser gehabt habe. Die beiden Berge *di Lattanti* und von *S. Croce* erheben sich aus dieser Ebene, so wie der Kegel des Vesuvs aus der Ebene zwischen dem Vesuv und den Bergen Somma und Ottajano. Vielleicht, dafs künf-

tig auch dieſer Kegel ganz die Geſtalt des Kraters der Rocca-Monfina annimmt.

Kapitel IV. *Der Veſuv und der Berg Somma.* Breislak glaubt, daſs die vulkaniſchen Hügel vom Veſuv bis an Cuma unter einander in Verbindung ſtehn, und daſs man ſie für einen einzigen Vulkan nehmen müſſe, in welchem ſich, der Stärke und Dauer der Exploſionen gemäſs, mehrere Oeffnungen gebildet haben, wie man das noch jetzt am Aetna wahrnimmt. Möchte gleich dieſe Meinung bei denen, welche die groſse Verſchiedenheit des Bodens und der Steinarten zu beiden Seiten der Kette von Pauſilippo kennen, und den Herd der Vulkane nicht dem Centro der Erde nahe ſuchen, wenig Eingang finden; ſo kann man doch ſchwerlich in Abrede ſeyn, daſs, wie unſer Verfaſſer mit Gioeni annimmt, der Veſuv im Grunde des Meers entſtanden iſt. Dieſes ſcheint beſonders der Tuffſtein in der Nachbarſchaft des Veſuvs zu beweiſen, der die in der Bucht von Neapel ſo häufige Korallenart, *Cleoptra ſpongiles*, enthält.

Der Berg Somma iſt ganz und gar aus Lagen von Lava, die viele Olivine, (Augite,) und Leucite enthält, zuſammengeſetzt, welche man ſelbſt an der Süd-Seite, ungeachtet der dort üppigen Vegetation wahrnimmt. Der ganze Berg iſt mit Geſchieben uranfänglicher, vom Feuer nicht veränderter Gebirgsarten bedeckt, die aber keinesweges, wie Gioeni meinte, zugleich bei einer einzigen Eruption, herausgeſchleudert ſind. Dieſem widerſtrei-

tet die verſchiedene Tiefe, in der ſie ſich finden, und Breislak ſelbſt hat auf dem Kegel des Veſuvs eine Maſſe weiſsen Kalkſteins, 3 Kubik-Fuſs groſs gefunden, welche erſt ganz neuerlich dorthin geſchleudert ſeyn konnte.

Die unzählbare Menge weiſser Marmorſtücke auf dem Abhange des Veſuvs, zeigen ein ſehr merkwürdiges Phänomen. Viele derſelben ſind in einem hohen Grade *phosphorescirend*, und leuchten, ſelbſt wenn man ſie unter Waſſer reibt; doch iſt ihr Licht verſchieden, meiſt roth, manchmahl weiſs. In einigen reicht ein ſehr leichter Schlag hin, dieſe Phosphorescenz hervorzubringen; andere zeigen, ſelbſt wenn man ſie ſtark reibt, nur einen ſchwachen Schein; und von manchen phosphorescirte ſogar nur ein Theil, der andere nicht. Sie unterſcheiden ſich alle vom Dolomit weſentlich dadurch, daſs dieſer mit Säuren nur langſam, ſie aber ſehr lebhaft und ſchnell aufbrauſen. Sie enthalten kleine Chlorit- und Glimmer-Kryſtalle, Feldſpath in ſechseckigen Prismen, ſchwarzen Schörl, Olivine, Veſuviane, (Hyacinthen vom Veſuv,) octaedriſche Kryſtalle von magnetiſchem Eiſenerze, Streifen von Gyps und ſelbſt Leucite, theils durchſichtige, theils undurchſichtige, einige vom Steine ringsum eingewickelt, andere auf den Seitenwänden der Höhlungen auffitzend.

In die Laven des Bergs Somma iſt am häufigſten *Leucit* eingemiſcht. Dieſes ſonderbare, im un-

tern Italien so gewöhnliche Mineral, kommt überhaupt in sehr verschiedenen Gestalten vor. Man findet es entweder einzeln und isolirt, von 18 Linien bis 1 Linie und weniger im Durchmesser; oder in die Lava eingewickelt; oder, wie auf dem Hügel von Tusculum, mit Pyroxenen und Glimmer vermischt, oder im Kalksteine. Gewöhnlich ist der Leucit weiss, doch giebt es auch rothe. Die grossen sind undurchsichtig, werden jedoch, wenn man sie mit Wasser befeuchtet, halb durchsichtig. Von einem sehr schönen Leucitkrystall, den Lady North besass, waren zwei Drittel durchsichtig und glänzend, das übrige matt weiss und undurchsichtig. Die Krystalle enthalten stets eine fremdartige Substanz, entweder Pyroxène oder Feldspath?, und das selbst, wenn sie sich im Marmor, (in der Lava?) von Somma finden. Ihre Gestalt ist zum Bewundern gleichförmig. Man bemerkt in ihnen nie die in den krystallisirten vulkanischen Produkten so gewöhnliche Abstumpfung der Ränder und Ecken. Auch ist es merkwürdig, dass sie sich in den neuern Laven nicht in solcher Menge und in so grossen Krystallen, als in den alten, wie z. B. denen des Bergs Somma, denen, worüber Pompeji stand, und überhaupt allen vor dem grossen Ausbruche unter Titus finden. Alle in den neuern Laven sind nur klein, undeutlich und mit der Lavamasse verschmolzen. „Vielleicht", sagt Breislak, „giebt es im südlichen Italien ein Gebirgslager voll Leucite, durch welches sich der Herd des Vesuvs durchgezogen

hat, und nun befindet sich dieser vermuthlich in einer andern Gegend, voll Pyroxene."

Man findet am Vesuv eine erdige Lava, die Kalkspath, Pyroxene, zuweilen auch nierenförmigen Chalcedon, und Höhlungen *voll reinen Wassers* enthält; eine sonderbare Erscheinung, die jedoch nicht selten ist, und sich häufig in der Lava vom Capo di Bove bei Rom, und in einigen Laven des Somma's findet. Breislak glaubt, dass dieses Wasser sich in der noch flüssigen Lava bilde.

Der *Kegel des Vesuvs*, der auf seiner Oberfläche nichts als Schlacken, Fragmente von Lava, und vulkanischen Sand zeigt, scheint, gleich dem Berge Somma, ganz aus verschiedenen Lavalagen zu bestehn. Als im Jahre 1776 (?) an seinem nord-westlichen Abhange ein 1000 Fuss langer, 400 Fuss breiter und wenigstens 60 Fuss tiefer Riss entstand, konnte man diese über einander liegenden Bänke wahrnehmen, welche dem Kegel Halt und Festigkeit geben. Jeder Lavastrom, der sich aus dem grossen Krater ergiesst, vergrössert ihn. Fast nach jedem grossen Ausbruche ändert sich seine Gestalt. Die Eruption von 1794 erniedrigte ihn um das Viertel, und jetzt, (1798,) gleicht er einem schief abgestumpften Kegel. Die grosse Mündung im Gipfel hat ungefähr 5000 Fuss im Umfange, und 300 Fuss Tiefe. Im Jahre 1794, als Breislak den Muth hatte, den Krater wenige Tage nach dem grossen Ausbruche zu besuchen, fand er ihn 500 Fuss tief. Sein Boden erhöht sich allmählig, besonders durch

das Einstürzen der Wände, die zu steil sind, um starken Regengüssen und dem zerstörenden Einflusse der Witterung zu widerstehn. Diese Erhöhung des Bodens geht oft so weit, dafs der ganze Krater ausgefüllt zu seyn scheint, und dafs so z. B. der Boden einst nur 23 Fufs unter dem Gipfel lag, und eine Ebene bildete, aus deren Mitte sich ein anderer kleiner Kegel, von 80 bis 90 Fufs Höhe, mit einem neuen kleinen Krater erhob.

Breislak zweifelt, dafs die Dämpfe, die man, wenn der Berg ruht, immerfort aus dem grofsen Krater steigen sieht, vom Herde des Vulkans kommen, sondern glaubt sie vielmehr Stoffen zuschreiben zu müssen, die sich nicht weit unterhalb dieser Oeffnung zersetzen.

Eben so wenig stimmt er den Physikern bei, welche, um die salzsauren, ammoniakalischen und Kalidämpfe, die man im Krater des Vesuvs sich häufig sublimiren sieht, sich zu erklären, eine Verbindung zwischen dem Herde des Vesuvs und dem Meere annehmen. Vielmehr glaubt er, dafs sich alle diese Stoffe im Vulkane selbst erzeugen, ohne dafs das Meer etwas dazu hergiebt.

Nach einigen Bemerkungen über die Unwahrscheinlichkeit von *Wasserströmen*, die, wie man behaupten wollte, sich aus dem Krater sollen ergossen haben, beschreibt er die verschiedenen *Lavaströme*, welche man am Abhange des Vesuvs findet, mit aller der Genauigkeit, die unentbehrlich ist, wenn

wir in der Theorie der Vulkane weiter kommen sollen.

Am Fuse des Vesuvs, nach der Süd-Seite zu, bemerkt man nicht ganz 1 ital. Meile vom Lande, unweit des Dorfs Pietra Bianca, im Grunde des Meeres eine *Quelle von Steinöhl.* Wenn Tropfen des Steinöhls auf die Oberfläche des Meeres steigen, bilden sie hier vollkommen runde, gelblich braune Flecken, 3 bis 4 Zoll im Durchmesser. Allmählig erweitern sie sich, nehmen eine unregelmäsige Gestalt an, und gerinnen, da sie denn bleifarben und etwas changirend werden. Es riecht sehr stark, und bis auf grose Entfernungen in der Richtung des Windes.

* * *

Bis hierher der Auszug aus einem klassischen Werke, das bis jetzt in Deutschland noch so gut als unbekannt ist. Herr v. Buch entwarf ihn, während er in Paris war, auf Bitte Delamétherie's, ohne ihn damahls mit aller Vollständigkeit vollenden zu können, wofür indes manches aus dem nächsten Auffatze, welches dem hier Gesagten zum Commentar dienen kann, entschädigen wird. Das Folgende ist wahrscheinlich von Delamétherie hinzugefügt worden.

„Eine Steinöhlquelle am Vesuv könnte zur Erklärung dieses Vulkans gar wohl benutzt werden. Bringt man damit die übrigen Steinöhlquellen in der Nachbarschaft der Apenninen, und die Steinkohlen

von Benevent und Gifone in Verbindung, so könnte man sich unter dem Vesuv ein ungeheures, doch durchschnittnes Lager von Bitumen denken, welches durch elektrische Entladungen oder andere unbekannte Ursachen entzündet wird. Die Explosion dauert, bis das Reservoir, welches entzündet wurde, ausgebrannt ist, und erneuert sich, so oft sich ein neues Reservoir im Bitumenlager entzündet. Eine Erklärung, die vielleicht weitläuftiger ausgeführt zu werden verdient."

VI.

PHYSIKALISCHE MERKWÜRDIGKEITEN

bei dem letzten Ausbruche des Vesuvs, den 15ten Juni 1794;

gesammelt

von

Sir Will. Hamilton,
engl. Gesandten zu Neapel. *)

Grofse Ausbrüche von Vulkanen geben fast alle dieselben Erscheinungen. In des D. Serao's treff-

*) Ausgezogen aus Hamilton's umständlichem Berichte an die Londoner Societät der Wissenschaften vom 15ten August 1795, in den *Philos. Transact. for* 1795, p. 73 — 116, den 7 prachtvolle Kupfer erläutern. So viel ich weifs, ist dieser, für die Physik in mehr als Einer Rücksicht sehr interessante Aufsatz, noch nicht ins Deutsche übertragen. Ich darf hoffen, dafs man ihn hier ins Kurze zusammengezogen um so lieber sehen werde, da eines Theils die Physik der Vulkane jetzt aufs neue in Anregung zu kommen scheint, andern Theils das Wichtigste aus der reichhaltigen, gleichfalls unübersetzten, und von Hamilton nicht genutzten *Memoria sull' Eruzione del Vesuvio accaduta la sera de 15. Giugno* 1794, *di Scipione Breislak*, (Prof. der Mineralogie am Artilleriekorps,) *e d'Antonio Winspeare*, (Ingenieur-Oberst,) *Napoli* 1794, 87 S., oct., von mir in den Anmerkungen beigefügt ist.

d. H.

licher Beschreibung vom Ausbruche des Vesuvs im Jahre 1737 *) sind die neulich bemerkten Phänomene schon meisterhaft beschrieben, auch ganz gut erklärt, und die Berichte von der Eruption, welche Herculaneum und Pompeji zerstörte, so wie, (abgesehen von manchen Kindereien,) der Eruption von 1631, könnten für Erzählungen vom letzten Ausbruche gelten, wenn man das Datum ändert und blofs den Umstand übergeht, dafs die See dieses Mahl nicht, wie bei jenen beiden mächtigern Ausbrüchen, von der Küste zurückwich. Nächst ihnen scheint der neueste Ausbruch der heftigste zu seyn, den wir kennen; die von 1767 und 1779 übertraf er unendlich.

Mehrere Ereignisse kurz vor dem Ausbruche verkündigten eine heftige Eruption, und es war vorher zu sehen, dafs der Krater während derselben zusammenstürzen würde. Eine grofse Menge von Schlacken und Asche, die seit zwei Jahren von Zeit zu Zeit ausgeworfen war, hatte den Krater beträchtlich verengert, ja fast ausgefüllt, auch den Vulkan etwas erhöht, und im August 1779 war mit einem Mahle eine gewaltige Masse von flüssiger Lava, vielleicht der ganze Vorrath im Innern des Vulkans, aus dem Krater hinausgeworfen worden, und gröfsten

*) *Istoria dell' Incendio del Vesuvio del* 1737 *da* Francesco *Serao.* Serao selbst hat dieses Werk ins Lateinische und Perron de Castera ins Französische übersetzt. *d. H.*

Theils auf den Kegel des Bergs zurückgefallen. *) Hier erkaltete sie und gab nun den Wänden dieses gewaltigen Schornsteins, wenn ich ihn so nennen darf, so viel Stärke und Zusammenhalt, dass sich während der letztern Jahre nicht Lava genug entladen konnte. Die Gährung im Innern offenbarte sich dann und wann durch unterirdische Getöse und Auswürfe von Schlacken und Asche, aber nur die Lava, welche über den Krater überkochte, kam während der letztern Jahre zum Ausflusse, und rann in schwachen Strömen nach verschiedenen Richtungen den Berg, vom Gipfel an, herab, ohne doch den bebauten Theil zu erreichen.

Die letzten 7 Monate vor dem Ausbruche war der Berg auffallend ruhig. Selbst der gewöhnliche *Rauch* aus dem Krater fehlte, nur stiegen zu Zeiten kleine Rauchwolken hervor, die in der Gestalt kleiner Bäume in der Luft schwebten. Vom Januar bis zum Mai war die *Witterung* ruhig und trocken; im Mai, wo ein kleiner Regen fiel, ganz ungewöhnlich schwül, und der Herzog *della Torre* bemerkte an seinem Electrometer, dass die Luft einige Tage vor dem Ausbruche übermälsig mit Electricität

*) Hamilton's interessante Beschreibung dieses Auswurfs findet man, aus den *Philos. Transact. for* 1780 ausgezogen, in Lichtenberg's *Magazin für das Neueste aus der Physik*, Band 1, Heft 1, S. 114. d. H.

cität beladen war, und so mehrere Tage lang während der Eruption blieb. *).

Von *Torre del Greco* aus gesehen, zeigte sich wenige Tage vor dem Ausbruche, der Berg etwa $\frac{1}{4}$ italiänische Meile **) unterhalb des Kraters mit einem dicken Dunste umgeben, und Sonne und Mond waren oft ungewöhnlich roth. Ein Mann und zwei Knaben, die acht Tage vor dem Ausbruche in einem Weinberge, gerade an der Stelle waren, wo einer der neuen Krater entstand, aus dem sich vornehmlich die Lava auf jene Stadt ergoss, geriethen durch einen plötzlichen Rauchstoss in Schrecken,

*) Die Bemerkungen des Herzogs della Torre finden sich in seinen: *Zwei Briefen über den Ausbruch am 15ten Jun.* 1799, (60 S., q.,) die mit zwei andern (unbedeutenden) Berichten über diese Eruption, Dresden 1795, 4., ins Deutsche übersetzt sind. Sein Luft-Electrometer, das zu Neapel vor einem Fenster nach Norden hing, zeigte am 12ten Juni viel positive Electricität; am 17ten, ungeachtet der vielen vulkanischen Blitze, gar keine Electricität. Eben so am 20sten vor und nach dem Regen, während des Regens aber positive Electricität. Auch am 22sten, 28sten u. s. war der Regen positiv electrisch. *d. H.*

**) Im Folgenden sind stets italiänische Meilen zu verstehen, deren 60 auf den Grad des Aequators gehn, jede also nur $\frac{1}{4}$ deutsche Meile beträgt. Der neapol. Palmo ist 116,9 pariser Linien lang, hat 12 Zoll, und 7000 Palmi sind ein Miglio, gleich 5687 par. Fuss. *d. H.*

der mit einer ſchwachen Exploſion dicht neben ihnen zur Erde herausdrang. In den Brunnen und Quellen von Torre del Greco nahm einige Tage vor dem Ausbruche das Waſſer ſo ab, daſs die Kornmühle am groſsen Quell nur eben noch ging, und daſs man die Stricke in den Brunnen täglich verlängern muſste, um bis zum Waſſer hinunter zu kommen; manche Brunnen trockneten ſelbſt ganz aus; und den 12ten Juni Morgens hörte man zu *Reſina*, (das gerade über dem verſchütteten *Herculaneum* ſteht,) nach einem ſtarken Regen ein unterirdiſches Rumpeln, wovon man in Neapel nichts wahrnahm. Dieſes alles waren offenbare Zeichen eines ſehr nahen Ausbruchs, deſſen Gewalt vornehmlich nach dieſem weſtlichen Theile des Bergs gerichtet ſeyn würde.

Den 12ten Juni um 11 Uhr Abends fühlte man in Neapel einen heftigen *Erdſtoſs*, deſſen wellenartige Bewegung offenbar von Oſt nach Weſt ging, und mir faſt eine halbe Minute lang anzuhalten ſchien. *) Der Himmel, der vorher ganz hell war, umzog ſich gleich darauf mit ſchwarzen Wolken. Die Bewohner der zahlreichen Städte und Dörfer am Fuſse des Veſuvs fühlten dieſes Erdbeben weit ſtärker, und es ſchien ihnen zuerſt vom Grunde aufwärts zu gehn, worauf erſt das Wellen von Oſt nach

*) Nach dem Herzog della Torre fing das Erdbeben mit einem, nicht von allen bemerkten, Stoſse an, und dauerte 7 Sekunden; das Erdbeben am 15ten Juni nur 3 Sekunden. d. H.

West folgte. Es erstreckte sich über ganz Campanien, (die 18 Fuss dicken Mauern des prachtvollen Pallasts zu Caserta, 15 Meilen von Neapel, wurden so erschüttert, dass alle Klingeln in den Stuben tönten, und dass man für das Gebäude fürchtete,) und wurde im 30 Meilen entlegenen *Benevent* und in dem noch viel entferntern *Ariano* in Apulien, die beide oft von Erdbeben heimgesucht werden, bemerkt.

Sonntags, den 15ten Juni, bald nach 10 Uhr Abends, fühlte man in Neapel einen zweiten minder heftigen und nicht so lange dauernden Erdstoss, *) und in demselben Augenblicke stieg ungefähr in der Hälfte der Höhe des conischen Gipfels des Vesuvs, unter einem lauten Knalle, eine *Feuer - Fontaine* mit dickem Rauche hervor, die sich zu einer beträchtlichen Höhe erhob. Gleich darauf eine zweite, etwas tiefer, und zugleich sah man einen Feuerstrom, der von diesen Oertern auf den steilen Gipfel des Vulkans hinauf zu fliessen schien, wahrscheinlich verdeckt geflossne Lava, die nur sichtbar wurde. Neue Feuer - Fontainen folgten schnell auf einander, immer eine tiefer herab als die andere, alle in einer geraden Linie von $1\frac{1}{2}$

*) Schon seit 9 Uhr hatte man, nach Breislak's Berichte, in den Orten zunächst am Vesuv Erdstösse gefühlt, die an Stärke zunahmen, bis um 10 Uhr der stärkste Stoss erfolgte, den man rings um Neapel bemerkte, und mit welchem die alte Lava am westlichen Fusse des Konus riss. d. H.

ital. Meilen Länge, nach den Städten Reſina und Torre del Greco zu. Ich konnte ihrer 15 zählen; mehrere verdeckte wahrſcheinlich der Rauch. Da ſie ſo genau in gerader Linie lagen, ſo entſprangen ſie wahrſcheinlich aus einem Riſſe in den Seiten des Bergs, an deſſen weiteſten Stellen die Lava und andere vulkaniſche Produkte hinaus getrieben wurden, und die kleinen Berge und Krater bildeten, von denen wir weiter unten reden werden. *)

*) Der Pater Piaggi, der auf Hamilton's Betrieb ſeit 1779 ein ſehr genaues Tagebuch über den Veſuv hält, und zu *Reſina*, (einem Anbau, der mit *Portici* Einen Ort ausmacht, und ſich von der Kirche St. Maria Apuliana nach der See, Portici dagegen nach Neapel zu erſtreckt,) nur 1½ ital. Meilen vom Veſuv wohnt, und wegen ſeiner gröſsern Nähe manche Umſtände bei dem Ausbruche genauer als die Einwohner von Neapel wahrnehmen konnte, entwarf die Erſcheinungen in eine Zeichnung, welche das 5te Kupfer zu Hamilton's Aufſatz iſt. Er muſste es indeſs halb vollendet verlaſſen, und ſeine Freunde retteten den 80jährigen Mann 1 Stunde nach dem Ausbruche, nur mit Lebensgefahr, durch einen Regen von ſchweren Kohlen und ſchwefliger Aſche, und er konnte erſt nach vielen Tagen wieder zurückkehren. Seine Zeichnung giebt am untern Theile des Kegels, wo die erſte Feuer-Fontaine ſich öffnete, lange Riſſe, quer vor dem Berge an; ferner eine ausnehmend helle Flamme in Geſtalt einer Cypreſſe, welche den Berg an Höhe zu übertreffen ſcheint, und drei Feuerſtröme, welche aus Mündungen, die Rauch und Steine aus-

Keine Beſchreibung kann dieſes Schauſpiel und das *entſetzliche Getöſe* dabei ſchildern. Der lauteſte Donner war mit unaufhörlichem Knallen, wie aus einer zahlreichen ſchweren Artillerie, und mit einem hohlen, murmelnden Gebrülle, wie das der See während eines heftigen Sturms, gemiſcht, wozu ſich ein Blaſen, als wenn ein groſser Schwarm Racketen auffliöge, dem der ungeheuren Blaſebälge in der Eiſenhütte zu Carron in Schottland vollkommen ähnlich, geſellte.

Die ungeheuren, aus den neuen Mündungen bis zu einer unglaublichen Höhe empor geſchleuderten *Steine* und Schlacken, (einer, den der Abbé Tatta nachmaſs, hatte 35 Fuſs im Umfange und 10

ſpeien, ſich ſeitwärts auf Reſina zu, ergoſſen, doch durch einen ſanften Hang abgelenkt wurden. Die neuen Mündungen, zwölf und mehrere an der Zahl, liegen auch hier alle in gerader Linie nach Torre del Greco hinab, wohin die Lava, wie er ſagt, mit unglaublicher Geſchwindigkeit ſtrömte. Weit von ihr entfernte Bäume und Weingärten, loderten durch die Hitze, welche ſie ringsum verbreitete, mit hellen Flammen auf. Die, ſeiner Beſchreibung nach, mit Steinchen, rauhem Sande und Meerwaſſer vermiſchten Rauchwolken, löſten ſich in der Höhe in Regen auf.

Nach Breislak's Berichte wurde aus den Mündungen eine ſolche Menge glühender Steine ausgeworfen, daſs es ſchien, als dringe ein Flammenſtrom aus dem Berge. Offenbar, ſagt er, waren ſie nichts anderes als durchglühte Stücke der alten

Fuſs Höhe,) trugen wahrſcheinlich durch ihr Herabfallen vieles dazu bei, Erde und Luft ſo zu erſchüttern, daſs alle Häuſer in Neapel mehrere Stunden lang in unaufhörlichem Zittern blieben, ſo daſs Thüren und Fenſter in einem fort ſchütterten und klirrten und die Klingeln tönten. Es war ein furchtbarer Augenblick! Der Vollmond und die Sterne, die hell am Himmel ſtanden, wurden allmählig verdunkelt, erſterer wie in einer Mondfinſterniſs, und verſchwanden bald ganz.

Da es mir ſchien, die Lava habe ſich noch nicht gehörig Luft gemacht, und die im Innern des Vulkans verſchloſſene Luft und Dämpfe, welche das vorige Erdbeben bewirkt hatten, ſeyn wahrſcheinlich aus keiner groſsen Tiefe gekommen, (welches die

durchbrochenen Lava, welche die Gewalt des hervordringenden Gas in die Höhe ſchleuderte.

Aus einigen Mündungen ſchienen weiche Maſſen, die ſich in der Luft verlängerten, hervor zu kommen, ſo daſs man ſie für Theile der flieſsenden Lava hätte halten ſollen. Dann und wann fuhren, an verſchiedenen Stellen des Lavaſtroms, leuchtende Blitze in die Höhe, von Strahlen brennbarer Luft erzeugt, die durch die geſchmolzene Maſſe, eben ſo wie Gasarten durch eine Flüſſigkeit anſtiegen; will man ſie anders nicht brennbaren Stoffen in der Lava zuſchreiben. Die Geſchwindigkeit, mit der ſich der Feuerſtrom auf Torre del Greco zu ſtürzte, war zu groſs, als daſs man Zeit gehabt hätte, ihm ein künſtliches Bett zu graben, wodurch 1669 Catania gerettet wurde." *d. H.*

Ausdehnung desſelben beſtätigt,) ſo begab ich mich, in Erwartung ſtärkerer Erdſtöſse, nach Poſilipo, welches 1 ital. Meile weiter vom Veſuv abliegt, kehrte jedoch ſchon um 2 Uhr Morgens zurück, da ich die Lava frei und in Ueberfluſs, mit groſser Geſchwindigkeit herabſtrömen ſah, und die glühenden Dämpfe, nach der Menge des ausgeſtoſsenen Rauchs und des Auswurfs zu urtheilen, an vielen Stellen der 1½ Meilen langen Ritze hinlänglichen Ausgang fanden. *) Sey es, daſs die Eruption an

*) In *Neapel* kam in der That kein Erdbeben weiter; wären die beiden vorigen nicht glücklicher Weiſe nur von kurzer Dauer geweſen, ſo würde dieſe prachtvolle Stadt ſchon ihnen ſchwerlich widerſtanden haben. Am Fuſse des Veſuvs, ſowohl nach der Seite der See als von *Somma* zu, fühlten die Bewohner noch mehrere Tage lang, ſo lange die vulkaniſchen Ungewitter mit Blitz und Donner währten, die Erde zittern und Stöſse in der Luft. Während der 10 Tage, daſs die Exploſion in aller Stärke anhielt, ſchien das Fieber des Bergs einiger Maſsen periodiſch zu ſeyn, wie man das auch ſchon bei frühern Ausbrüchen bemerkt hatte, und war im Ganzen genommen am ſtärkſten bei Tages Anbruch, um Mittag und um Mitternacht.

Hamilton.

„Während des Ausbruchs", ſagt Breislak, „lieſsen ſich drei auf einander folgende Abwechſelungen bemerken. Im Anfange war ein beſtändiges Zittern der Erde, von einem hohlen Getöſe begleitet, dem eines Stromes ähnlich, der ſich in eine unterirdiſche Höhle ſtürzt. Die ununterbro-

Stärke zunahm, oder dafs die vulkanischen Explosionen von den benachbarten Bergen wiederhallt wurden: das Getöse schien mir in Posilipo lauter und furchtbarer als in Neapel zu seyn.

Diese ganze Zeit über nahm man keine Spur von Feuer oder Rauch aus dem Krater im Gipfel des Vesuvs wahr. Dagegen stiefsen die vielen neuen Mündungen unaufhörlich einen dunkeln schwarzen Rauch und Asche hervor, welche eine ungeheure, dichte *Wolkenmasse* über den ganzen Berg bildeten. Diese fing allmählig an, Zeichen einer *electrischen Ladung* zu geben, indem sich in ihr die Art von Bli-

chen und gewaltsam aus den Mündungen hervorbrechende Lava setzte nämlich, indem sie gegen die Wände der Mündungen stiefs und drückte, den Berg in ein beständiges Zittern, und die Luft in eine heftige Vibration. Mitten in der Nacht hörte diese oscillirende Bewegung auf, und nun bemerkte man auf einander folgende, doch deutlich unterschiedene Stöfse. Nachdem nämlich die flüssige Masse im Berge vermindert war, drückte sie nicht mehr so heftig gegen die Wände der Mündungen, und drang nicht in einem ununterbrochenen Strahl, sondern stofsweise hervor, so wie die innere Gährung des Bergs sie periodenweise bis zu den Mündungen hinauftrieb. Gegen 4 Uhr wurden diese Stöfse mehr unterbrochen, und dadurch die Stärke und Dauer der einzelnen wahrnehmbarer; ich kann das Getöse derselben mit nichts besser, als mit dem Donner bei manchen Gewittern vergleichen, der vom heftigsten Krachen an, sich durch eine Reihe schwächerer Töne allmählig verliert." *d. H.*

tzen im Zickzacke zeigten, die man am Vesuv *Ferilli* nennt, und welche nur die allerheftigsten Ausbrüche begleiten. Das sicherste Urtheil über die Stärke der Gährung im Innern des Vulkans, während einer Eruption, läßt sich, (aus Allem, was ich gesehn und gelesen habe, zu schliessen,) erstens aus der Gestalt und der Höhe der Rauchwolken fällen, welche aus den Kratern aufsteigen und meist in der Gestalt eines *Pinusbaums* *) in einer Riesenmasse

*) Ich verweise hierbei auf folgende Bemerkung meines Freundes, des Herrn Leopold von Buch: „Es ist ein Irrthum, den man in allen Uebersetzungen von vesuvischen Eruptions-Berichten wiederhohlt findet, der Rauch und die Asche aus dem Krater nehmen die Gestalt eines Tannen- oder eines Fichtenbaums an. Der Italiäner redet von einer *Forma d'un pino.* Das ist keine *Fichte* oder *Tanne*, sondern eine *Pinie*; ein Nadelbaum, der in Roms und Neapels Gegend nicht selten ist, dagegen Tannen und Fichten ganz fehlen. Er zeichnet sich dadurch vorzüglich aus, dafs sein Stamm astlos sich bis zu ansehnlicher Höhe erhebt, dann plötzlich nach allen Seiten Aeste ausschickt, die in der Höhe immer kleiner sich in eine Horizontal-Ebene vereinigen, welche zugleich die Krone des ganzen Baums ist, so dafs der Baum einem Pilze ähnlich wird. Die Zapfen sind ungeheuer grofs; der Same, den sie umschliessen, wird häufig gegessen. — Auch Plinius, der zuerst die Form der Aschen-Eruption des Vesuvs mit der eines Pinus verglich, hat diesen Baum gemeint; auf ihn allein pafst seine Beschreibung: „Longissimo veluti trunco affilata in altum qui-

darüber hängen, und zweitens aus der Menge von *Ferilli*, oder vulkanischer Electricität, womit diese Wolken geladen zu seyn scheinen. Von den vielen Ausbrüchen des Vesuvs, die ich während 30 Jahre in Neapel beobachtet habe, waren die beiden heftigen von 1767 und 1779 bis jetzt die einzigen gewesen, bei denen sich die Riesenwolke voll electrischen Feuers gezeigt hätte.

Das *electrische Feuer*, welches beim Ausbruche von 1779 innerhalb der ungeheuren schwarzen Wolke, die über dem Krater des Vesuvs hing, beständ-

busdam ramis diffonditur. Credo quia recenti spiritu evecta, dein senescente eo destituta, aut etiam pondere suo victa, in latitudinem vanescit." — Welche richtige Ansicht!" Die Bewohner des Vesuvs, sagt Breislak, pflegen jede Wolke, die nicht blos aus Rauch, sondern auch aus vulkanischer Asche, Schlacken, Bimsstein, Lavastückchen, und andern dem Vulkane präexistirenden Stoffen besteht, welche die Gewalt der Explosion losreist und in die Höhe schleudert, abgesehn von ihrer Gestalt, durch einen *Pino* zu bezeichnen; eigentlich sollte diese Benennung aber blos auf Wolken eingeschränkt werden, die bis zu einer beträchtlichen Höhe die Gestalt eines Cylinders behalten, und sich dann nach Art des Pinus verbreiten. Diese Wolken verkündigen sehr nahe Eruptionen. Nachher beim Ausströmen der Lava verschwand die Pinus-Gestalt. Die gröfsern Theilchen der Wolkenmasse fielen als kleine Steinchen mit Wassertropfen vermischt in der Nachbarschaft des Vesuvs hinab, und das Uebrige blieb in der Luft schweben. d. H.

dig fort ſpielte, und nur ſelten ruhte, glich vollkommen dem, welches aus dem Conductor der Electrifir-Maſchine über eine damit verbundene iſolirte Blitzſcheibe, (Glasplatte mit übergeſtreuten Metall-Feilſpänen u. ſ. w.,) beſtändig fort in Schlangenlinien, ohne ſie zu verlaſſen, hinläuft. Hierbei bemerkte ich nicht das geringſte Getöſe,*) indeſs

*) Dieſe *blitzſchwangere* vulkaniſche *Rauch-* und *Aſchenwolke*, die ſich 1779 *am 8ten Aug.* am Ende der Eruption, nach einer kleinen Ruhe des Vulkans bildete, war noch von einer andern merkwürdigen Erſcheinung begleitet, einem *durchſichtigen Feuerſtrahle*, der ſich um 9 Uhr Abends mit einem fürchterlichen Knalle, (welcher ſelbſt in Neapel Fenſter und Wände ſpringen machte,) aus dem Krater ſenkrecht erhob, und nach und nach bis zur 3fachen Höhe des Berges anwuchs. Mit ihm ſtürmten ſchnell hinter einander ſchwarze Wolken von Qualm aus dem Schlunde hervor, in denen man bloſses electriſches Feuer wie Blitze ſich hin und her ſchlängeln ſah. Ein ſanfter Süd-Wind trieb die Dampfwolken von der Feuerſäule fort, und ſie ſammelten ſich hinter ihr in eine Art von ſchwarzem Vorhang, welcher mit dem ungeheuren Feuerſtrahle, der ſich in ſeiner ganzen Pracht im Meere ſpiegelte, und mit dem hellgeſtirnten Himmel, den herrlichſten Contraſt machte. Die glühende Lava, Steine und Schlacken, die aus dem Krater, nach Hamilton's Schätzung, an 10000 Fuſs hoch geſchleudert wurden, und groſsentheils wieder ſenkrecht auf den Krater, oder etwas nach Ottajano hinabſtürzten, ſchienen damit nur eine groſse Feuermaſſe von $\frac{1}{3}$ ital. Meilen im Umfange

bei der jetzigen Eruption, besonders am zweiten und dritten Tage, die electrischen Entladungen der

zu bilden, und verbreiteten bis auf 6 ital. Meilen umher eine unerträgliche Hitze. Das Unterholz am Somma gerieth sogleich in Brand. Die gelbliche Flamme desselben, das dunkelrothe Feuer der flüssigen Lava und die silberblauen vulkanischen Blitze der Dampfwolke, verstärkten den sonderbaren Kontrast aufs schönste. Die Ferilli entfernten sich nur selten von der ungeheuren Dampfwolke, und liefen gewöhnlich in die grosse Feuersäule des Vulkans zurück. Einigemahl sah man sie auf die Spitze des Somma zu fahren, und Gras und Sträuche entzünden. Der Glanz und Schein der bewundernswürdigen Feuersäule machten es so hell, dass man rings um den Vesuv 10 ital. Meilen weit die kleinsten Gegenstände dabei erkennen, ja in dem 11 Meilen entfernten *Sorrento* den Titel eines Buchs deutlich lesen konnte. Nachdem sie in ihrer ganzen Stärke etwa eine halbe Stunde lang gewährt hatte, hörte aller Feuerauswurf plötzlich auf, und der Vesuv blieb fernerhin ruhig.

Kleine Auswürfe glühender Schlacken, welche, wie es scheint, mehr zu den Vorbothen einer Eruption als zur Eruption selbst zu zählen sind, ungerechnet, scheint der damahlige Auswurf erst am 5ten August angefangen, also nicht ganz 4 Tage gedauert zu haben. Den 5ten gegen 2 Uhr Nachmittags fingen weisse Dämpfe an mit der grössten Heftigkeit und ununterbrochen aus dem Krater zu steigen, mit einem gewaltigen Getöse, welches das aller folgenden Tage übertraf. Die sich jagenden Dampfwolken häuften sich so zusammen, dass sie

vulkaniſchen Wolken, durch Exploſionen, dem lauteſten Donner gleich, erfolgten. Die *Gewitter*, (ſtorms,) welche während eines Ausbruchs entſtehn und offenbar durch den Vulkan erzeugt werden, ſtimmen auch in allem mit den gewöhnlichen Gewittern überein, indem der Blitz Alles, was auf ſeinem Wege liegt, trifft und zerſtört. Zu *St. Jorio*, am Fuſse des Veſuvs, ſchlug der Blitz, während eines dieſer vulkaniſchen Gewitter, in das Haus des Marquis von Bevio ein, erſchütterte einige Thüren und Fenſter, beſchädigte die Täfelung, und lieſs in dem Zimmer, durch das er fuhr, einen ſtarken Schwefelgeruch zurück.

Auſser den Blitzen fuhren während der jetzigen Eruption und der von 1779, aus der vulkaniſchen

von weitem wie Ballen der weiſseſten Baumwolle ausſahen, und endlich die Höhe und Gröſse des Bergs wohl viermahl übertrafen. In der Mitte dieſes weiſsen Rauchs wurde eine unbeſchreibliche Menge von Steinen, Schlacken und Aſche, wenigſtens 2000 Fuſs in die Höhe geſchleudert, mitunter auch flüſſige Lava, wie ſich durch ein Ramsdenſches Teleſkop ſehr deutlich bemerken lieſs, die zum Rande des Kraters hinauskochte, und ſich nach der Seite des Somma hinab ergoſs. In Somma und Ottajano war die Hitze unerträglich; ein feiner röthlicher Aſchenregen, der lange Fäden verglaſter Materie, wie geſponnenes Glas, mit herunter brachte, verfinſterte dort die Luft; ein ſtarker Schwefeldampf erſtickte Vögel in ihren Käfichten, und die Blätter der Bäume wurden mit feinen, ſehr corroſiven Salzen bedeckt. *d. H.*

Riesenwolke, auch *Feuerkugeln*, einige von beträchtlicher Gröfse, *) die bei ihrem Zerplatzen in der Luft, fast dieselbe Wirkung hatten, als die sogenannten Leuchtkugeln, (*air-ballons*,) im Feuerwerke, indem die electrische Materie dabei aus ihnen in Gestalt der Schlangen ausfuhr, womit man die Leuchtkugeln gewöhnlich füllt. Am Tage, als die vulkanische Wolke der Stadt Neapel den Untergang drohte, fielen zwei kleine Feuerkugeln, die durch eine kleine Fackel, (*like a chain-shot*,) verbunden waren, dicht neben meinem Lusthause zu Posilipo nieder; sie trennten sich, die eine fiel in einen Weingarten oberhalb, die andere in das Meer so dicht neben dem Hause, dafs ich das Spritzen des Wassers hörte. Ich safs eben und schrieb, und sah deshalb diese Erscheinung selbst nicht, aber andere in meiner Gesellschaft. Der Abbé Tatta erwähnt in seiner Beschreibung dieses Ausbruchs einer ungeheuren Feuerkugel, die einst, als er gerade am Rande des Kraters stand, aus dem Krater aufflog, und in einiger Entfernung vom Berge in der Luft platzte, worauf er ein Geräusch hörte,

*) Gleich zu Anfang des Ausbruchs von 1779, am 5ten Aug. um 2 Uhr Nachmittags, sahen die Einwohner von Portici sehr deutlich eine aufserordentlich grofse Dampfkugel aus dem Krater emporsteigen, und nach dem Berge Somma fliegen, wobei sie einen langen Schweif hinter sich liefs. An diesen Berg stiefs sie und zertheilte sich. *d. H.*

als fiele eine Menge Steine oder ein ſtarker Hagelſchauer herab.

Gegen 4 Uhr Morgens am 16ten fing der *Krater des Veſuvs* an Zeichen zu geben, daſs er geöffnet ſey, indem etwas ſchwarzer Rauch hinausſtieg. Bei Tages Anbruch zeigte ſich eine andere röthliche Rauchſäule etwas unterhalb des Kraters nach Ottajano zu, wo ſich ein neues Mundloch geöffnet hatte, das einen anſehnlichen Lavaſtrom ausſpie. Dieſer rann mit groſser Geſchwindigkeit durch ein Gehölz, welches aufloderte, ungefähr 3 ital. Meilen, in wenigen Stunden herab, hemmte ſich aber, ehe er den bebauten Theil erreichte. Bald umhüllte ſich nun der ganze Kegel des Veſuvs mit Wolken und Finſterniſs, und ſo ſtand er mehrere Tage lang da. Obſchon dieſe Wolken von beträchtlicher Höhe waren, ſo ſah man doch oft neue Rauchſäulen aus dem Krater raſch noch höher anſteigen, bis die ganze Maſſe die gewöhnliche Geſtalt eines *Pinus* angenommen hatte; und in dieſer Rieſenmaſſe düſtrer Wolken, ſah man häufige vulkaniſche Blitze, (*Ferilli,*) ſelbſt während Tages. Das furchtbare Getöſe, welches man von Zeit zu Zeit hörte, und der röthliche Teint der Wolken über dem Gipfel, bewieſen die ununterbrochne Wirkſamkeit des unterirdiſchen Feuers während der ganzen Zeit, konnte man gleich, wegen der dunkeln Wolke, nichts auf dem Berge mehrere Tage lang wahrnehmen.

Gleich beim Anfange der Eruption ereignete ſich noch ein merkwürdiger Umſtand. Ein dichter *Aſchen-*

regen fiel am Fuſse des Berges, auf der ganzen Strecke von Portici nach Torre del Greco hinab. Die Aſche war nicht nur ſchwarz, grob, und dem Sande an der Seeküſte ähnlich, (indeſs die, welche einige Tage ſpäter dort und in Neapel herabfiel, lichtgrau und ſo fein als Spaniol oder gepulverte Borke war,) ſondern auch *feucht*, und mit groſsen *Waſſertropfen* untermiſcht, die, wie ich glaubhaft verſichert worden bin, ſehr ſalzig ſchmeckten. Die gepflaſterte Straſse zwiſchen beiden Städten wurde davon ſo naſs, als von einem ſtarken Regenſchauer. Die Aſche ſelbſt muſste voll Salzpartikelchen ſeyn, da ich die, welche die Sonne beſchienen hatte, als ich am 17ten Torre del Greco beſuchte, mit dem weiſseſten Pulver, das äuſserſt ſalzig und ſtechend ſchmeckte, überzogen fand. *) Scotti, Profeſſor der

*) Der Herzog della Torre, der ſchon am 16ten von Neapel aus den Lavaſtrom beſuchte, fand dieſe ſchwarze, ſandige, eiſenhaltige Aſche, die ſich von der Aſche der vorigen Ausbrüche ſehr unterſchied, in Neapel 1 Linie, in Portici 5 Linien, am Eingange des Gartens della Favorita 9 Linien, und dreiſsig Fuſs von der Lava 15 Linien hoch. Auf dem ganzen Wege zur Lava bemerkte er ein dem Donner ähnliches Getöſe, das bei der Lava ſo ſtark war, als wenn der Blitz in einer kleinen Entfernung einſchlüge, doch viel unbedeutender als das Gebrüll der vorigen Nacht; auch lieſs ſich dabei an einem Gemäuer bei der Lava, an das er ſich lehnte, keine Erderſchütterung bemerken. Die Luft

der Physik an der Universität zu Neapel, glaubt mit grosser Wahrscheinlichkeit, das Wasser, welches diese Asche begleitete, sey durch Abbrennen der brennbaren und der Lebensluft erzeugt worden.*)

Die *Lava*, mit deren Ausbruch auf der Seeseite des Vulkans die Eruption anfing, war zuerst in der Richtung nach *Resina* hinabgeströmt, wandte sich aber plötzlich nach *Torre del Greco*, vereinigte sich mit einem frischen Lavaguss aus 4 neuen Mündungen, die sich 1 ital. Meile oberhalb der Stadt in einem Weinberge seitwärts vom Hauptstrome geöffnet hatten, und floss dann, nachdem sie alle die reichen Weinberge zerstört hatte, wo auf etwa 3000 Acres der berühmte Wein Lacrima Christi wuchs, mit einer solchen Geschwindigkeit, gleich einem Strome,

Luft war hier stark positiv electrisch, so dass die Fäden des Electrometers wenige Schritt von der Lava, (die sich nun auf der Oberfläche schon verhärtete,) sehr stark divergirten. *d. H.*

*) Dass Dämpfe von Kochsalz sehr häufig aus dem Vesuv, noch nach der Eruption herausdringen, werden wir weiter unten sehn. Die Salzigkeit des herabfallenden Wassers stünde also dieser Meinung nicht im Wege; allein die grosse Kraft der Explosion bei Vulkanen scheint mehr auf erhitzte und glühende Wasserdämpfe als Haupt-Agens in dieser gewaltigen Operation hinzudeuten; das Wasser dazu giebt, nach einiger Meinung, das Meer her, und Regengüsse bringen es aus der Atmosphäre, wo die Dämpfe sich abkühlen, zur Erde zurück. *d. H.*

auf die Stadt hinab, dafs die Einwohner, (es waren ihrer 18000,) kaum Zeit genug behielten, sich zu retten, und Hab und Gut im Stiche lassen mufsten. Der Hauptstrom ging gerade durch den Mittelpunkt von Torre del Greco, und verschüttete, entflammte und zerstörte den gröfsten Theil der Stadt, wobei jedoch nur 15 Einwohner ihr Leben verloren. Unterhalb der Stadt stürzte sie sich zwischen 5 und 6 Uhr Morgens in die See, und seitdem flofs sie dort nur langsam. *)

Ich besuchte den unglücklichen Ort am 17ten, Morgens, in einem Nachen. Die Lava hatte schon aufgehört zu fliefsen, nur dafs manchmahl unter den rauchenden Schlacken ein Feuerbächlein hervorkam, und unter einem zischenden Geräusche und weifslichen Dämpfen sich in die See ergofs; oder dafs zu andern Zeiten eine grofse Schlackenmasse von der Oberfläche der Lava in die See hinabfiel, wobei man wahrnehmen konnte, dafs alles unter der Schlackendecke roth glühte. Noch bis auf den heutigen Tag, (den 25sten Aug.,) glüht die dickste Lava, welche die Stadt verschüttete, in ihrer Mitte. Die Lava war in einer Breite von 1204 Fufs, 626 Fufs weit in die See geflossen, hatte 12 Fufs Höhe über,

*) Nach der Angabe des Herzogs della Torre legte sie in 4 Stunden den Weg von ihren Kratern bis an das Meer, der 4 bis 5 Meilen, nach Breislak's Angabe nur halb so viel betrug, zurück.
d. H.

und ungefähr eine gleiche Dicke unter der Seefläche, und bildete ein neues Vorgebirge. Ich bemerkte, dafs das Seewaſſer, welches ſie beſpülte, heftig kochte, und, ob ich mich gleich mit meinem Nachen wenigſtens 300 Fufs entfernt hielt, ſo dampfte doch das Waſſer um das Boot, und war, als ich die Hand hineinſteckte, buchſtäblich genommen, brühheifs. Zugleich wurde der Schiffer gewahr, dafs das Pech im Boden des Schiffes ſchmolz und oben auf ſchwamm, und dafs der Nacken leck wurde, weshalb wir uns ſchleunig, unweit der Lava ans Land machten. Mehrere Einwohner von Torre del Greco erzählten, das Waſſer ſey beim Hineinſtürzen der Lava, zu einer ungeheuern Höhe empor geſchleudert worden, und beſonders ſey, als zwei Arme der Lava zuſammenſtiefsen, das eingeſchloſsne Waſſer mit einem lauten Knalle und groſser Heftigkeit in die Höhe geworfen worden. *) Sowohl damahls, als noch den Tag darauf, ſoll die See mit todten Fiſchen bedeckt, und die Küſte längs des Veſuvs während des Ausbruchs 2 Meilen weit von Fiſchen verlaſſen geweſen ſeyn. Ich wäre neugierig, zu wiſſen, ob die Lava, die ſich in die See ergoſſen, ſich in ihrem Innern in prismatiſche, baſaltähnliche Säulen geſpalten habe; doch wird ſie ſich erſt in mehrern Monathen hinlänglich abgekühlt haben,

*) Sehr erklärlich durch die plötzliche Bildung auſserordentlich erhitzter Waſſerdämpfe an der Oberfläche der Lava im Grunde des Waſſers. d. H.

um dieſes unterſuchen zu können. *) Während meiner Fahrt fand ich auf der See weit mehr *Steinöhl* ſchwimmend als ſonſt, ſo daſs es einen ſehr ſtarken und unangenehmen Geruch verbreitete. Indeſs zeigt es ſich auch ſonſt jederzeit bei ruhiger See zwiſchen Portici und Neapel, beſonders dem Dorfe Pietra Bianca gegen über.

Das Aeuſsere der Lava bei *Torre del Greco* zeigte, (wie das aller andern,) dem Auge nichts als einen verwirrten Haufen loſer Schlacken. In mehrern Theilen von *Torre del Greco* war ſie 40 Fuſs mächtig, im Durchſchnitte aber während des ganzen Laufs nur 12 Fuſs hoch, dabei hin und wieder bis auf 1 ital. Meile breit. **) Hin und wieder ſahen aus ihr die ober-

*) „Man vermuthete um ſo mehr," ſagt Breislak, „die Lava werde ſich beim plötzlichen Abkühlen im Meere in Säulen, gleich dem Baſalte, geſpalten haben, da NO davon, nahe beim *Fortino di Calaſtro* ein alter Lavaſtrom groſsentheils ſolche Baſaltſäulen gebildet hat; allein die jetzige Lava hat ſich erhärtet ohne alle Abſonderung von prismatiſcher Form, welches man vielleicht der Menge von Schlacken in ihr zuſchreiben muſs." d. H.

**) Eine genaue Beſchreibung dieſes Lavaſtroms, ſo wie deſſen, der gleichzeitig am öſtlichen Fuſse des Conus ausbrach, giebt Breislak, aus dem ich ſie weiterhin in einer Anmerkung mittheilen werde. Als die Lava nach Torre del Greco kam, war ſie 1500 bis 2000 Palmen breit, und hatte zuvor einige tiefe Gründe ausgefüllt. Hätten ſich nicht ſchon einige Seitenarme vom Hauptſtrome getrennt, ſo

sten Theile rings umströmter Gebäude hervor, die noch standen; hier brannte Holzwerk mit lichter Flamme, dort drangen salzige und schweflige Dämpfe als ein weisslicher Rauch aus der Lava hervor, und überzogen die Schlacke mit einer weissen oder gelblichen Rinde, und öfters flogen Stücke Schlacke und Asche mit einer kleinen Explosion in die Höhe, welches ich der verdünnten Luft in Kellern, oder dem Schiesspulver, zuschrieb, wovon hier jeder Hausbesitzer eine kleine Quantität zu haben pflegt. In dem Hause eines Feuerwerkers, das die Lava umgeben hatte, lag eine beträchtliche Menge Feuerwerk und Schiesspulver; aber ungeachtet der Lavastrom selbst in ein Zimmer hineingedrungen war, so rettete er doch alles glücklich einige Tage nachher. Eben so trugen Weiber aus dem Keller eines andern Hauses mehrere Fässer Schiesspulver auf den Köpfen über die Lava fort, die innerlich roth glühte. In ein Kloster hatte die Lava 5 oder 6 Nonnen eingeschlossen, die noch den 16ten durch das Dach und über die Lava fort gerettet worden waren. Ihre Einfalt ging so weit, dass sie keine Gefahr argwohnten, und sich mit Behagen an einem Stücke roth glühender Lava, das am Fenster einer Zelle lag, wärmten, auch nur schwer dahin zu bringen waren, das Kloster zu verlassen.*) Die Hitze in

würde von Torre del Greco kein Haus stehen geblieben seyn. d. H.

*) Dass Menschen schon am Tage, wo die Stadt zerstört wurde, über die Schlacken gehn konnten, ist

den nicht verwüsteten Strafsen der Stadt war noch so grofs, dafs mein Queckfilber-Thermometer auf

nicht so sehr zu bewundern, als dafs Hamilton kurz vorm Ausbruche im Jahre 1779 mit seinem Führer quer über einen *noch laufenden* Lavastrom, der sich jedoch am Fufse des Bergs schon zu einer Breite von 50 Fufs erweitert hatte, und mit Schlacken gleich mit Eife belaftet, nur sehr langsam flofs, wohlbehalten fortging. Dieser noch fliefsende und glühende Strom war schon so zähe und so voll Schlacken, dafs die Laft des Körpers keinen Eindruck darein machte, und eine ziemlich ftarke Hitze an den Füfsen alles Ungemach war, welches Hamilton dabei empfand. — Da die Thatfachen in der nächften Anmerkung zeigen, dafs im Innern eines 24 Fufs hohen Lavaftroms die Hitze nur so grofs war, Silber, aber nicht Kupfer zu schmelzen, so kann man hieraus mit Dolomieu, (*Journal des Mines*, No. 22, p. 54,) mit Recht schliefsen, dafs die Hitze der noch glühenden Lava viel geringer, als die künftliche Hitze in den Glas- und Schmelzöfen, und alfo von viel minderer Intenfität fey, als man fich bisher vorzuftellen pflegte. Die Veränderung, welche mit den Metallen, laut der nächften Anmerkung, im Innern der glühenden Lava vorging, beweifet, dafs der Lava sehr viel Schwefel beigemifcht war, und aus dieser Beimifchung glaubt Dolomieu den *weichen breiartigen* Zuftand erklären zu können, worin fich die glühende Lava offenbar befinde, da fie felbft so leicht fchmelzbare Stoffe als Hornblende, (Augite?), und Pyroxene, die man nach dem Erkalten in ihrem Innern findet, ganz und gar nicht verändert.

fast 100° Fahrenh., und dicht an der Lava noch viel höher stieg. Die Kathedralkirche war bis auf den Glo-

Da auf die Frage, welche hier in Anregung kömmt, eine interessante Abhandlung im nächsten Bande der Annalen die Antwort enthalten wird, und aus den ganz neuen darin mitgetheilten Versuchen sich allein genügend über den Grad der Hitze fliefsender Lava urtheilen läfst: so werde ich hier blofs bemerken: 1. dafs das Rothglühen der Lava kein gewisses Zeichen einer aufserordentlichen Hitze ist, da vielleicht ein gewisser Grad von Phosphorescenz, so wie man ihn an der vulkanischen Asche bemerkt, dabei mit ins Spiel kommen könnte; 2. dafs die weit herabgeflossene Lava, wo auch nicht in ihrem Innern, doch an der Oberfläche, schon beträchtlich erkaltet, und im Erstarren seyn könne, ohne dafs dieses da, wo sie zum Berge herausdringt, auch der Fall seyn müsse; 3. dafs die *Augite* und *Pyroxene* doch in der Lava vielleicht nicht präexistirt, sondern sich erst in ihr durch Krystallisation gebildet haben; und 4. dafs der sonderbare Umstand, wie glühende Lava, die doch in jedem Falle die Schmelzhitze des Silbers hatte, Schiefspulver in Kellern, die sie hoch umgab, nicht entzündete, und Menschen in Zimmern, bis zu denen sie hinaufreichte, nicht vor Hitze tödtete, hauptsächlich der Eigenschaft der ruhenden Luft, vermöge der Graf Rumford sie als einen Nichtleiter der Wärme ansieht, zuzuschreiben seyn möchte.

Die Lava hat, nach Bergmann's Angabe, grofse Aehnlichkeit mit eisenhaltigen Schlacken und ist, nach Verschiedenheit der Materie, des Feuergrades, der sie dünner oder dicker rinnen macht,

ckenthurm zerstört worden; die Glocken auf ihm waren weder gesprungen noch geschmolzen, und

und anderer Umstände beim Auswerfen und Abkühlen, von sehr verschiedener Beschaffenheit. Gewöhnlich ist sie schwärzlich-grau oder dunkel und bräunlich-schwarz, oft braun und gelblich, selten weiss, kömmt mehrentheils grofs- und kleinblafsig, selten durchlöchert vor, und ist oft so stark magnetisch, dafs sie auf die Magnetnadel wirkt. Ihr glafsiges Ansehn, äufserlich und auf dem Bruche, ihre Leichtigkeit, und dafs sie beträchtlich mürbe und spröde ist, charakterisiren sie vorzüglich. Die zu unterst geflossene pflegt die dichteste, die am Tage liegende sehr blafsig, stehendem Schaume ähnlich zu seyn, so dafs manche Mineralogen zwei Arten von Lava im Systeme aufführen: *löcherige*, (Hamilton's Schlacke,) welche auf den Lavaströmen oben auf liegt, zuerst erhärtet, darin gleich Schollen schwimmt, und die andere, wie Schlacken das Metall, bedeckt; und *dichte*, die gewöhnlich eine schöne Politur annimmt und in ganzen Bänken vorkommen soll. Mehr von der oryktognostischen Beschaffenheit der Laven dieses Ausbruchs, findet man weiter unten, in einer aus Breislak entlehnten Anmerkung. Die Laven des Vesuvs, welche Bergmann chemisch untersuchte, enthielten 0,35 Theile Thonerde, 0,49 Theile Kieselerde, 0,12 Theile Eisen, 0,04 Kalkerde und etwas Kupfer.

Hamilton, der sich 1779 bis an die Quelle eines der Lavaströme wagte, die vor dem Ausbruche fast beständig und ziemlich stark in einer Art regelmäfsiger 2 bis 5 Fufs breiter Kanäle den stei-

doch hatten sie ihren Ton gerade so, als von einem Risse verloren, welches ich den scharfen und vitriolischen Dämpfen zuschreibe. — Ungeachtet die Lage von Torre del Greco die gefährlichste am Vesuv ist, die Stadt schon einmahl, 1631, völlig zerstört wurde, und ein furchtbarer Lavastrom schon 1737 dicht vor einem der Thore vorbeiströmte; so wollten doch die Einwohner sich nirgends anders ansiedeln, und baueten schon auf der noch rauchenden Lava.*)

len Berg hinabflossen, (denselben, über den er weiter hinabwärts, fortging,) sah sie hier glühend, mit einem Zischen und Krachen wie bei Feuerwerken, unter einem glühenden Lavabogen gewaltsam herausdringen, und in einem ganz regelmäfsigen 8 bis 10 Fuss hohen, einer alten Wasserleitung ähnlichen Kanale herabfliefsen. Hin und wieder fand er an den Seitenwänden die schönsten weifsen astförmigen Salze angeschossen, die wie Tropfsteine hinunterhingen. *d. H.*

*) Eine Nachricht von merkwürdigen Veränderungen an verschütteten Sachen, welche man bei diesen Bauten aus der Lava wieder ausgrub, aus der Sammlung des Pat. Antonio del Petrizzi, giebt der englische Mineraloge Will. Thompson, der sich damahls in Neapel aufhielt, in einem Werkchen: *Notices of an englisch traveller etc. Naples* 1795. 8., wovon nur wenige Abdrücke abgezogen wurden, und woraus man Auszüge in der *Bibliotheque Britannique*, No. 2, und in des Herrn von Crell's *chemischen Annalen*, J. 1796, B. 1, S. 105 und 483, findet. „*Flachs, Leinwand, Brod, Fische, Wolle* und ähnliche Stoffe fand man in der Lava verkohlt;

Am 17ten fiel zu Neapel den ganzen Tag lang die feine, vorhin erwähnte *Asche*, welche den Ve-

Wein in kryſtalliſirtes ſchwefelſaures Kali, das alle Spuren der Schmelzung an ſich trug; *Glas* in Reaumüriſches Porcellain mitunter glänzend, ſelbſt kryſtalliſirt, verwandelt, und *Marmor* auf eine ſonderbare und merkwürdige Art, (die nicht angegeben wird,) verändert. *Stahl* am Hahne einer Flinte war ganz aufgetrieben und grobkörnig, und das *geſchmiedete Eiſen* eines Fenſtergitters um das 2- oder 3fache ausgedehnt, und dabei in ſprödes Eiſen verwandelt worden. Theils war es inwendig in Oktaedren, welche die Magnetnadel anzogen, kryſtalliſirt, theils ſchien es in ſeiner ganzen Maſſe verändert, äuſserlich ſpröde und blättrig nach Art mehrerer Eiſenerze, innerlich in groſſe ſilberweiſse Blätter oder Körner von reinem, doch ſprödem Eiſen verwandelt zu ſeyn. An einigen Stangen nahm man drei verſchiedene Veränderungen bis zum Mittelpunkte hin wahr, die durch kleine Höhlungen getrennt waren, und in der Mitte blaſſe ſechsſeitige Platten und ſcharlachfarbne Roſen von ſpäthigem Eiſen, welche ſich mehr oder weniger dem Eiſenvitriol nähern, und daher in den Kabinetten ſehr bald verderben. *Goldmünzen* hatten der Glut widerſtanden, auch einige *Kupfermünzen*; *Silbermünzen* aber waren geſchmolzen und hatten dadurch Kupfermünzen zuſammen gebacken. Das geſchmolzne *Blei* war bald in Silberglätte, bald in Mennige erhärtet. Ein *Meſſingleuchter* war von auſsen mit durchſichtigen kaffeebraunen Blendekryſtallen, und achtſeitigen Kryſtallen von hell- und dunkelrothem Kupfer überzogen, und ſehr zer-

fuv völlig verfinſterte, wobei man örters laute Ex-

brechlich geworden; auf dem Bruche glich er völlig einer Eiſenſchlacke, in den Höhlungen deſſelben war er aber gleichfalls kryſtalliſirt, ſehr glänzend, oftmahls ſtrahlig, und enthielt ſchöne Würfel von rothem Kupfer, von ſo lebhafter Farbe, wie die ſchönſten ſibiriſchen. Die *Glocken* einer Kirche, welche die Lava rings umgeben hatte, waren erweicht, zuſammengefaltet, und auf der ganzen innern und äuſsern Oberfläche mit einer 2 bis 3 Linien dicken metalliſchen, blättrigen Rinde bedeckt, auf der ſich überall Kryſtalliſationen zeigten, einige ſogar 6 Linien weit aus der Rinde hervorragten. Auf der innern Fläche der Rinde, da, wo ſie an das Metall der Glocken anlag, bemerkte man mit dem Mikroſkope viel kleine Kryſtalle, die Blendekryſtalle zu ſeyn ſchienen."

Seitdem dieſes geſchrieben iſt, habe ich das Vergnügen gehabt, einige der intereſſanteſten dieſer Stücke in der lehrreichen Mineralien-Sammlung des Hrn. Prof. Klaproth in Berlin ſelbſt zu ſehn, welche, wenn ſie auch minder vollſtändig und ausgeſucht wäre, ſchon dadurch einzig in ihrer Art ſeyn würde, daſs ſie Doubletten von den Exemplaren enthält, die dieſer treffliche und gefällige Chemiker ſeiner Analyſe unterworfen, und an denen er ſeine wichtigen chemiſch-mineralogiſchen Entdeckungen gemacht hat. (Eine Abhandlung, welche er über dieſe zu *Torre del Greco* aus der Lava ausgegrabnen Sachen in der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften vorgeleſen hat, iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht im Drucke erſchienen.) *d. H.*

plöſionen hörte. *) Mitunter verjagte der Seewind, wenn er ſtärker wurde, den Aſchenregen, und trieb ihn über verſchiedene Theile von Campanien. Am 18ten trieb der Wind ſelbſt eine kurze Zeit lang das dicke Gewölk vom Gipfel des Berges fort, und nun ſah man, daſs ein groſser Theil des Kraters, beſonders nach der Weſtſeite zu, eingeſtürzt war, welches wahrſcheinlich um 4 Uhr Morgens geſchehn ſeyn mochte, als die Oerter am Fuſse des Vulkans einen heftigen Erdſtoſs fühlten. Zu *Reſina* war er ſo heftig, daſs er mehrere Leute zu Boden warf, daſs die Einwohner ſich 2 Tage lang nicht wieder in ihre Häuſer getrauten, und daſs die Steine im Pflaſter loſe und in Unordnung gebracht wurden.

Die Rauchwolken, mit jener feinen Aſche vermiſcht, waren ſo dicht, daſs ſie nur mit der gröſsten Mühe durch den ausnehmend erweiterten Schlund des Veſuvs, der nun wenigſtens 2 ital. Meilen im Umfange haben mochte, den Ausweg zu erlangen

*) Ein brittiſcher Kaufmann, der am dritten Tage der Eruption, am 17ten Juni, in einem Boote unweit Torre del Greco war, wo dieſe Aſche dicht herabfiel, verſicherte mir, ſie habe im Dunkeln phosphoreſcirt, ſo daſs ſein und des Bootsmanns Huth, und ein Theil der Segel, die mit Aſche bedeckt waren, matt leuchteten. Andere wollten auch am Veſuv nach dem Ausbruche ein phosphoriſches Licht bemerkt haben, welches ich dahin geſtellt ſeyn laſſe. *Hamilton.*

schienen. Eine Wolke thürmte sich über die andere, und sie folgten so schnell auf einander, dafs in wenigen Stunden eine *ungeheure Säule* von der dunkelsten Farbe über den Berg hing, die sich bald anfangs über Neapel weg bog, und dieser Stadt den Untergang zu drohen schien, da sie dem Anscheine nach viel zu schwer und massiv war, um sich lange in der Luft schwebend zu erhalten. Sie war überdies voll vulkanischer Blitze, (*Ferilli,*) welche vollkommen der Beschreibung des jüngern Plinius entsprachen: *fulgoribus illae et similes et majores erant.* *) Mag es gleich den gewöhnlichen Vorstel-

*) Der Herzog della Torre beschreibt diese electrischen Erscheinungen folgendermafsen: „Am 19ten fing, in der 11ten neapolit. Stunde, die Atmosphäre um den Berg an so electrisch zu werden, dafs man aus dem Krater, des Sonnenscheins ungeachtet, Blitze herausfahren sah. So wie die Leydner Flasche sich durch Leiter entladet, theilte sich hier das electrische Feuer, das aus dem Berge kam, den Wolken als Ableitern mit, und ein in der Electricität geübtes Auge konnte deutlich das Feuer von einer Wolke in die andere, bis es sich in die Erde verlor, übergehn, und das überflüssige in den Berg selbst zurückfallen sehn. (?) Das Ausströmen desselben aus dem Innern des Vulkans, war um so deutlicher zu bemerken, da zwischen den Blitzen und Donnerschlägen eine Zeit von 40 Sekunden verging. Diese Erscheinungen hielten die ganze Nacht hindurch an. Die vergangnen Tage und noch jetzt bemerkte man an verschiedenen Orten Neapels einen Schwefel-

lungen von der Ausdehnung unsrer Atmosphäre widersprechen, so war diese *Wolkenmasse* doch zuverlässig mehrere italiänische Meilen hoch, und der Vesuv, der damahls ganz mit der feinen hellgrauen Asche, (der auf den alten Laven ähnlich,) bedeckt war, hatte im Vergleiche mit derselben völlig das Ansehn eines Maulwurfshaufens; und doch hat er bekanntlich 3600 Fuss senkrechter Höhe über der Meeresfläche. Der Professor Scotti, sagt man, habe von Neapel aus, die scheinbare Höhe dieser drohenden Rauch- und Aschenwolke 30° gefunden, (wie, erwähnt er nicht;) der Abbé Braccini behauptet gar in seiner Beschreibung des heftigen Ausbruchs von 1631, aus Messung einer ähnlichen Rauch- und Aschensäule mittelst eines Quadranten ihre Höhe über 30 Meilen gefunden zu haben. Alles, was ich sagen kann, ist, dass die Höhe der Säule über dem Gipfel mir eben so gross schien, als die Entfernung der Insel Caprea von Neapel, welche 25 Meilen beträgt.*) Als die Säule am höchsten war, liess ich

geruch, abwechselnd mit einem Erdpechgeruche, der in dieser Nacht vorzüglich stark war, und dessen auch schon Serao, als eines mit keinem andern vergleichbaren widrigen Geruchs, erwähnt." *d. H.*

*) Aus dieser Vergleichung würde doch nur der Gesichtswinkel der Rauchsäule bestimmt, und aus diesem die Höhe zu berechnen seyn. Nach Hamilton's Karte vom Vesuv, (deren Nachstich auf Taf. VIII den Freunden der Geologie gewiss

sie zeichnen, und die Zeichnung gerieth sehr wohl.*) Man sieht aus ihr, dass die Säule keine so schöne und leichte Form hatte, als ein dünner trockner Rauch anzunehmen pflegt, sondern aus lauter kleinen harschen und steifen Locken bestand, woraus ich schloss, dass sie nicht blos mit feiner Asche, sondern auch mit vieler Feuchtigkeit schwanger sey. Gerade von solcher feinen und nassen Asche wurden *Herculaneum* und *Pompeji* im J. 79 verschüttet.**)

sehr willkommen seyn wird,) ist der Krater des Vesuvs von Neapel in horizontaler Ebene etwa 1 ital. Meilen weit entfernt. Ist folglich Scotti's Angabe so zu verstehn, dass die Gesichtslinien vom Fusse des Vesuvs und dem höchsten Theile der Rauchsäule in Neapel einen Winkel von 30° mit einander machten, so hätte der Vesuv und die Säule nicht ganz 5, die Säule allein also etwas über 4 ital. Meilen betragen. *d. H.*

*) Hamilton theilt sie auf einer Folioplatte mit, die sich nicht, ohne allzuviel zu verlieren, verkleinern lässt. Nach dieser Zeichnung war die Rauchsäule höchstens 7mahl höher als der Vesuv. Das gäbe also höchstens eine deutsche Meile für ihre senkrechte Höhe über dem Gipfel des Vesuvs, welches mit der Angabe Scotti's sehr gut übereinstimmt. *d. H.*

**) Ich habe oft bei den Nachgrabungen, die zu Pompeji angestellt wurden, Gelegenheit gehabt, mich hiervon zu versichern. Die Asche, die es verschüttete, mochte wahrscheinlich mit Wasser vermischt seyn, daher Alles, was von ihr umgeben wurde, sich völlig darein abgeformt hat, z. B.

und ich gestehe, dafs mir in diesem Augenblicke für Neapel bange war. Doch glücklicher Weise sprang der Wind nach der Seeseite über, und die drohende Wolkenmasse wurde allmählig zurück, und über den Berg *Somma* weg gebogen.

Um nicht allzu weitläuftig zu werden, und mich zu wiederhohlen, bemerke ich nur kurz, dafs die Gewitter unter Blitz und Donner bis zum 7ten Juli währten. Dabei fielen von Zeit zu Zeit sehr heftige Regengüsse und Asche hinab,*) welche verwüstende

das Holzwerk an Thüren und Fenstern, das selbst längst verwest ist, so dafs man kein Atom mehr findet, es müfste denn verbrannt seyn, in welchem Falle es noch jetzt als Kohle übrig ist. Einst wurde in meiner Gegenwart ein Skelet in der grofsen Strafse von Pompeji gefunden, dessen Gesicht so schön, als in Gyps abgedruckt war, und zu Portici verwahrt man einen ähnlichen Abdruck weiblicher Brüste mit dem leichten Gewande darüber. — Gerade so sieht man im vulkanischen Tuff im Theater zu *Herculaneum* eine Marmorbüste, die man längst weggenommen hat, noch vollständig abgedruckt. *Hamilton.*

*) Dasselbe geschah während des kleinern Ausbruchs von 1779, wo sich am 7ten Aug., Nachts, mit dem Toben des Bergs ein heftiges Gewitter verband. Ein Jäger, der bei Ottajano damahls auf freiem Felde war, erschrak nicht wenig, als die herabfallenden Regentropfen ihm Gesicht und Hände verbrannten. *d. H.*

de Wasserströme voll klebrigen Lehms, grosen Steinen und umgerisnen Baumstämmen bildeten, und beide Seiten des Vulkans verheerten. Noch die letzte Wolke, welche über dem Vesuv brach, bildete am 7ten Juli einen fürchterlichen Strom von Lehm, der viele 100 Morgen bebautes Land zwischen Torre del Greco und Torre dell' Annunziata, zerstörte. Die heftigsten derselben trafen den Berg *Somma*, besonders bei der Stadt *Somma* und unweit *Trochia*. Ihr Bette war hier $\frac{1}{4}$ Meile breit, und glaubhafte Augenzeugen versicherten mir, dafs sie bei Somma 20 bis 30 Fufs tief waren. Sie bestanden aus einer Art von flüssigem Lehm, aus Schlacken und Asche, und führten ungeheure Steine und ganze Bäume mit sich, und verwüsteten alles, was sie trafen. Sie stellten sich hier hauptsächlich am 18ten, 19ten und 20sten Juni, und selbst noch am 12ten Juli ein. Die *Asche* verbrannte fast in allen Weinbergen die Blätter, verschüttete in andern die Reben, brach die Baumäste ab, auf denen sie sich in beträchtlicher Menge anhäufte, und verdrehte, besonders auf der Seite von Somma, die Stämme. Der Abbé Tatta wog einen Zweig eines Feigenbaums, der vor Somma stand; er hatte nur 6 Blätter und 2 unreife Feigen, und wog allein nicht völlig 3 Unzen, dagegen mit der Asche, die sich daran gesetzt hatte, 31 Unzen. Die Dächer von 70 Häusern und 4 Kirchen waren hier von der Last der Asche gebrochen, und die Gebäude voll Asche, und ich wurde versichert, dafs den 19ten Juni die Asche in Somma so stark herabgefallen sey, dafs sie Einen,

wenn man nicht in beständiger Bewegung blieb, an den Boden fesselte. *)

Laute Knalle und häufige vulkanische Blitze begleiteten diesen *Aschenregen*, so dass die Einwohner, die sich von so vielen Schrecknissen umgeben sahn, aus der Stadt ins Freie flüchteten. Selbst um Mittag herrschte eine solche Finsterniss, dass es kaum mit Hülfe angezündeter Fackeln möglich war, die Heerstrasse zu finden. Die angezündeten Lichter leuchteten nur schwach und schmolzen bald. Die Beschreibung dieses Aschenregens stimmt in Allem vollkommen mit dem überein, was Plinius der Jüngere und seine Mutter zu Misenum beim Ausbruche im J. 79 erfuhren, und was er in seinem zweiten Briefe an Tacitus beschreibt. **)

*) In Somma und Ottajano war vom 16ten bis zum 20sten, nach Breislak's Bericht, 13 Zoll hoch Asche gefallen. An mehrern Orten im Atrio del Cavallo lag sie 3 Palmen hoch. *d. H.*

**) Die Asche, oder sogenannte *Pozzolan*, besteht, nach Bergmann, hauptsächlich aus verbranntem eisenhaltigen Tone, mit etwas Kalkerde vermischt, und sie ist theils braun und schwarz, theils gelb und gräulich. Sie enthält gewöhnlich mehr oder weniger Kieselduft, Glimmer, polyedrisches Eisenerz, Bimsstein und granatähnliche Körner. Auch die Bimssteine, die sich meist in Aschenhaufen finden, sollen, nach ihm, aus Kalk, Thon und Kieselerde bestehen.

„Was man *vulkanische Asche* nennt," sagt Breislak, „führt den Namen von Asche nur

Nach Beſchaffenheit des Windes erſtreckten ſich die *Finſterniſs* und der *Aſchenregen* über verſchiedene Striche der Campagna Felice. Den 19ten Juni muſste man zu *Caſerta*, 15 ital. Meilen von Neapel, um hellen Mittag Licht anzünden; eine ähnliche Finſterniſs verbreitete ſich einmahl über das 30 Meilen von Neapel entlegene *Benevent*, und den 18ten Juni ſchrieb der Erzbiſchof von *Tarent* nach Neapel: „Wir ſind in eine dicke Wolke feiner vulkaniſcher

ſehr uneigentlich. Ihre Theilchen ſind dem Anſcheine nach rauh, erdig, mit Theilchen von Feldſpath und Schörl untermiſcht, welche von manchen für Trümmer von Verglaſungen, (*vetro peſto*,) angeſehen wurden. Nicht alle vulkaniſche Aſche iſt ſich gleich. In mancher ſind die Theilchen gröber, in anderer feiner; einige iſt dunkel grau und beinahe ſchwarz, andere, z. B. die an den letzten Tagen, von ſehr lichtgrauer Aſchfarbe. Es iſt ein ziemlich ſicheres Zeichen, daſs die Eruption zu Ende geht, wenn die Aſche weiſslicher wird. Dieſe weiſse Farbe kann entweder der gröſsern Feinheit der Theilchen, oder der längern Einwirkung ſaurer Dämpfe zugeſchrieben werden. Manche Aſche riecht, auf einen Ofen geſtreut, ſtark nach Schwefel, andere nur nach Schwefelſäure. Einige enthält Kochſalz, oder ſalzſaures Ammoniak, oder Schwefelkies, andere zwei von dieſen Stoffen, andere alle drei. Die Thonerde iſt in ihr die herrſchende; dann Kieſelerde und Eiſenocher. In der von mir unterſuchten war auch nicht ein Theilchen, welches der Magnet gezogen hätte." *d. H.*

Aſche gehüllt, und glauben daher, daſs auf dem Aetna oder zu Stromboli eine groſse Eruption iſt.“ Daſs dieſe Aſche vom Veſuv herrühre, der 250 ital. Meilen von Tarent entfernt iſt, hatte ſich der Erzbiſchof nicht träumen laſſen. Auch dieſe Aſchenwolken bei Tarent waren mit electriſcher Materie geſchwängert. Ein Blitz aus ihnen entzündete ein Haus bei Martino nahe bei Tarent. Die Aſche flog ſelbſt noch weiter, bis an das äuſserſte Ende der Provinz von *Lecce*. Aehnliche Nachrichten von der Verbreitung des Aſchenregens und von den *Ferillis*, oder vulkaniſchen Blitzen, welche ſie begleiteten, finden ſich in den Beſchreibungen des groſsen Ausbruchs von 1631. *)

*) „Die Aſche, welche in der Nacht vom 17ten zu Neapel fiel, war, nach Breislak's Bemerkung, ſo electriſch, daſs ſie ſich auf einer, vor einem Fenſter liegenden Glasſcheibe in einigen kleinen Sternchen, 2 Linien im Durchmeſſer, anſetzte, den Sternchen ähnlich, welche gepulverter Schwefel auf einem Electrophor, dem man durch eine Metallſpitze Electricität zugeführt hat, bildet. Dieſelbe Beobachtung wiederhohlte er während eines ſchwächern Aſchenregens, der am 26ſten in Neapel fiel. Die Aſche ſetzte ſich auf einem weiſs porcellainenen glaſirten Teller in lauter kleinen Gruppen an, und zwar in jeder die Aſchentheilchen in divergirenden Strahlen. Unter den vielen curiöſen Büchern Kircher's handelt eins de *prodigiosis crucibus*, worin er eines ſehr analogen Phänomens erwähnt, das man 1660 an der Aſche, die der Veſuv auswarf, be-

Die meiſten Einwohner um Somma ſtanden in der Ueberzeugung, daſs die verwüſtenden *Ströme von Waſſer und Lehm* ſich aus dem Krater des Veſuvs ergoſſen haben, und Seewaſſer führten. Allein es iſt keinem Zweifel unterworfen, daſs dieſe Fluthen durch ein plötzliches Zergehen der mit Aſche gemiſchten Waſſerwolken entſtanden, indem die Luft vielleicht zu ſehr verdünnt war, um ſie länger zu tragen. Brachen ſolche Wolken, und ſchütteten ſie ſich auf den Veſuv aus, ſo konnte das Waſſer durch die feine bituminöſe und öhlige Aſche ſich nicht, wie gewöhnlich, in den Erdboden ziehn, auch nicht durch die ſonſtigen, jetzt ausgefüllten Betten abflieſsen, ſondern ſammelte ſich in Pfützen bis zu einer beträchtlichen Tiefe an, vermiſchte ſich darin mit der Aſche, und brach ſich endlich neue Kanäle, in welchen es gleich einem Bergſtrome zum Fuſse des Bergs hinabſtürzte. — Nach dem, was ich nun ſelbſt geſehn habe, zweifle ich ſehr, daſs das Waſſer, welches während des fürchterlichen Ausbruchs von 1631 ſo groſse Verwüſtungen anrichtete und ſo viele tödtete, wirklich, wie man gewöhnlich annimmt, aus dem Krater des Vulkans

merkt hatte. Auf Leinwand aufgefangen, bildete ſie Kreuze; nicht ſo auf Wollenzeug. Kircher ſucht dieſes aus dem Durchſchnitte der Fäden im Gewebe zu erklären; offenbar war dieſes aber eine electriſche Erſcheinung, die auf der leitenden Leinwand und der nicht leitenden Wolle, ſehr wohl verſchieden ausfallen konnte." *S. H.*

gekommen sey. Schon damahls waren die Meinungen darüber, wie noch jetzt, getheilt; und da bei allen grofsen Ausbrüchen der Krater in Finsternifs durch die Aschenwolken gehüllt ist, so bleibt es immer schwierig, über den Ursprung dieses Wassers aufs Reine zu kommen. *) Ein königlicher Gärt-

*) Der leichteste Weg dazu wäre doch unstreitig der gewesen, das Bett dieser Schlammströme bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen. Ergöffen sie sich aus dem Krater, so ist nach der Karte nicht wohl zu begreifen, wie sie hätten zur Stadt *Somma* kommen können, ohne über den Berg Somma fortzuströmen. Kämen sie ferner aus dem Innern des Bergs als Wasser, warum dringen sie nicht strahlenweise hervor, und geben das Schauspiel ähnlicher Fontainen, als der Geyser in Island? Sollte es endlich möglich seyn, dafs Wasser, welches sich mitten im Herde eines Vulkans befindet, (und das wäre bei Wasser der Fall, welches zum Krater herausdränge,) tropfbar-flüssig bliebe, und nicht wenigstens im Herausdringen sogleich in Dämpfe verwandelt würde, da das doch schon mit dem Wasser der Fall war, das die bei Torre del Greco ins Meer sich ergiefsende, schon sehr abgekühlte Lava, umschlofs, (S. 429). Freilich geht die Dampfbildung unter gröfserm Drucke und bei höherer Hitze später vor, und dieser Druck mufs in einem Vulkan unglaublich stark, vielleicht so stark seyn, dafs das tropfbare Wasser zum Glühen kommt. Allein stiege es in diesem Zustande auch bis zur Oeffnung des Kraters hinan, so müfste es doch, so wie es aufserhalb desselben von diesem Drucke befreiet

ner zu *Portici*, der, so früh es nur möglich war, während dieses Ausbruchs den Krater des Vesuvs

wird, sogleich die Dampfgestalt annehmen. Ueberdies bemerkt man, so viel ich weiss, in den Kesseln der Dampfmaschinen nie ein Ansteigen der Wassermasse, immer nur die der Dämpfe in die Dampfröhre. — Wahrscheinlich dringt Wasser kurz vor der Eruption in den Herd des Vulkans. Der wachsende Druck der eingeschlossenen Dämpfe zersprengt die Seiten des Vulkans; dabei die Stösse, welche sich als Erdbeben fortpflanzen, bis die Dämpfe hinreichenden Ausweg haben. Das Wasser geht allmählig insgesammt in Dampfgestalt fort, wobei Electricität rege wird, sammelt sich als Dampfwolken, und stürzt endlich nach Art von Wolkenbrüchen zugleich mit der Asche herab, mit der es sich zu Schlammströmen vermischt. Das scheint mir nach allem, die wahrscheinlichere Meinung. Dass es aber bei andern Vulkanen wohl anders seyn kann, beweist sogleich die weiterhin folgende Beschreibung des neuesten Erdbebens in Peru. Uebrigens stimmt auch die Erzählung des Herzogs della Torre mit dieser Meinung Hamilton's überein. „Ich muss noch bemerken," sagt er, „dass die Witterung, (am 20sten und ferner,) sehr veränderlich, und der am Ende eines regnigen Aprils ähnlich war. Bald an diesem, bald an jenem Orte regnete es unaufhörlich, und es entstanden dadurch verheerende Ueberschwemmungen. — Die Asche lag bei Ottajano ¾ Palmen hoch, und immer höher, je näher man dem Berge kam. Hier macht jetzt der geringste Regen Ueberschwemmungen, gegen die sich zu

erstiegen hatte, kam voll Schrecken mit der Nachricht zurück, er habe ihn voll kochenden Wassers

schützen die Bewohner kein anderes Mittel finden, als das Erdreich umzugraben, und dadurch den oben liegenden Sand, (Asche?) hinunter zu bringen, damit die Erde das Regenwasser wieder einsauge, welches der Sand verhindert. — Ich erfahre, dass in den Gegenden Neapels, die, wie wir, drei Monate lang vollkommen trocknes Wetter hatten, jetzt sehr häufige Regen fallen, welche viele Ueberschwemmungen verursachen. Es ist also kein Wunder, dass sie in den unter dem Vesuv gelegenen Orten so häufig und anhaltend waren. Sich geborstene Wolken und im Vesuv verborgene Wasserströme zu denken, die nun aus dem Berge hervorsprudeln, überlasse ich Liebhabern chimärischer Wunderwerke und dem überspannten Gehirne furchtsamer Leute. Auch die Nachrichten vom Ausbruche im Jahre 1631 kommen alle darin überein, dass es während desselben unaufhörlich regnete, und dadurch grosse Ueberschwemmungen ringsum am Fusse des Vesuvs entstanden."

Nach Breislak's Berichte zeigte sich zu Somma u. s. f. am Horizonte eine Wolke, welche der Vulkan stark anzuziehn schien. Kaum hatte sie den Gipfel desselben umzogen, so stürzten sich gewaltige Wasserströme mit einem furchtbaren Getöse herab. Jede kleine Wolke jagte daher damahls die Einwohner in Schrecken. Obschon diesen Strömen Regen vorhergingen, so scheinen sie doch mit dem Brande des Vulkans in genauer Verbindung zu stehen. Wir wissen aus der Geschichte des Vesuvs, des Aetna und der

gesehn, und je sonderbarer dieser Umstand war, desto lieber wurde er geglaubt. Der Intendant von

Vulkane Amerika's, dass alle grosse Eruptionen der Vulkane mit Fluthen von Regenwasser begleitet sind. Während des Ausbruchs des Vesuvs im Jahre 1631 rissen die gewaltigen Wasserströme mehrere, zuvor von der Asche bedeckte Häuser mit sich fort, und an 3000 Menschen kamen in ihnen um. Gleich nach dem Ausbruche von 1689 fiel, während rings umher der Horizont völlig ungetrübt war, blos auf dem Vesuv ein heftiger Regen mit Asche gemischt. Auch während der Eruptionen von 1754, 1755, 1768 und 1779 thaten heftige Regengüsse vielen Schaden. Die dicken, finstern Wolken, welche die Regen herbeiführten, vermischten sich damahls häufig mit dem Rauche, der sich hauptsächlich nach Ottajano hinneigte. Ein langes Verzeichniss ähnlicher Ereignisse, und eine einfache Erklärung derselben durch Rechnung unterstützt, findet man in der Abhandlung Du Carla's *delle inondazione volcaniche*. — Da viele der Meinung sind, die mit Asche vermischten Wasserströme, seyn bei dem neulichen Ausbruche aus dem Krater hervorgesprudelt, so habe ich die Umstände dieses Phänomens mit aller Sorgfalt untersucht, und darf behaupten, dass, so oft Schlammströme vom Conus des Vesuvs herabgeströmt sind, sich jedes Mahl häufige Regengüsse, um den Gipfel des Vesuvs ergossen haben, oder, um mich des gemeinen Sprachgebrauchs zu bedienen, eine Wolke gebrochen sey. Eine Menge wenig genauer Eruptionsberichte, hatte jene Behauptung so gäng und gebe gemacht, dass es vielen absurd schien, nur

Portici fand nöthig, um die Beſtürzung, welche dieſe Nachricht verbreitete, zu ſtillen, gleich den folgenden Tag, (den 16ten Juli,) *) zuverläſſige Leute hinaufzuſchicken. Signor Sacco, der ſich dieſem

daran zweifeln zu wollen, und die Phyſiker hatten dafür manche Erklärungen erdacht. Nach einigen ſchlürft der Vulkan Meerwaſſer ein, und wirft es aus ſeinem Krater wieder heraus; nach andern enthält der Vulkan Waſſerbehälter, deren Wände bei der Exploſion platzen; noch andere denken ſich eine chemiſche Syntheſis des Waſſers im Vulkan. Aber ehe man an die Theorie denkt, muſs man billig die Thatſachen verificiren. Aus meinen Beobachtungen ergiebt ſich mit Gewiſsheit, daſs alle Schlammergieſsungen während des letzten Ausbruchs lediglich von Regengüſſen herrührten, die auf den Veſuv fielen, und welche Beobachter in der Entfernung nicht wahrnehmen konnten. Doch darf ich nicht verſchweigen, daſs, obgleich kein Regenguſs auf die Spitze des Veſuvs hinabgefallen, doch die Aſche daſelbſt ſehr feucht war. Als am 25ſten Juni einer von uns den Kegel des Veſuvs beſtieg, fand er, obſchon der Himmel völlig heiter war, die Aſche, die aus der oben beſchriebenen vulkaniſchen Wolke herabfiel, auſserordentlich feucht, wie man das auch an der, die den 16ten Morgens fiel, bemerkt hat. Dieſes ſcheint daher zu kommen, weil die Aſche die Feuchtigkeit der Luft deſto begieriger an ſich zieht, mit je mehr Salztheilen ſie geſchwängert iſt." *d. H.*

*) Nach einer andern Stelle den 19ten Juli. *d. H.*

unter guter Begleitung unterzog, fand die Aussage des Gärtners gänzlich falsch, da sich blos im Grunde des Kraters einige Nässe von Regengüssen angesammelt hatte, (*there being only some little signs of mud from a deposition of the rain water at the bottom of the Crater.*)

Sacco's Aussägen wurden zu Neapel gedruckt. Nach ihm hat jetzt der *Krater* die Gestalt eines unregelmäfsigen Ovals, dessen Umfang er auf $1\frac{1}{2}$ ital. Meilen schätzte, wiewohl er mir gröfser dünkt. Das Innere glich, wie gewöhnlich, einem umgekehrten Kegel, dessen Ostwände fast senkrecht standen, indefs an der viel niedrigern westlichen Seite, Sacco mit einigen seiner Begleiter 176 Palmen weit hinabsteigen konnte. Von hier liefsen sie einen Strick mit einem Steine hinab, und fanden den Krater noch 500 Palmen tief. Dergleichen Bemerkungen über den Krater des Vesuvs sind jedoch wenig brauchbar, da seine Gestalt und Tiefe täglichen Veränderungen ausgesetzt ist. *) Diese neu-

*) Schon vor Sacco hatte der unerschrockene Physiker Breislak den Muth gehabt, den Gipfel des Vesuvs zu ersteigen, und war nach mehrern fruchtlosen Bemühungen am 12ten Juli glücklich bis an den Krater hinauf gekommen. Bis zum Fusse des Kegels war die Reise sehr gemächlich, da die Asche die Unebenheiten der Lava, die sonst den Weg beschwerlich machten, geebnet hatte. Allein auf dem Conus waren Asche, Steine und Schlacken durch das Regenwasser so zusammengebacken, dafs der Fufs keinen Halt auf dem stei-

gierigen Beobachter wagten wahrlich viel, denn seitdem hat der Krater noch gar oft Schlacken und

len Abhange fand, und dafs erst Stufen darein gemacht werden mufsten. Doch war die weifse Afche zu oberst noch nicht erhärtet. Der Umfang des Kraters betrug 8600 Palmen, d. i. 1 neap. Meile und 1600 Palmen. Der *NO* Theil war der höchste, und der Krater schief nach *SW* zu abgeschnitten; der Rand bildete mithin eine wenig excentrische Ellipse. (S. Fig. 5, Taf. VII.) Der Krater war sehr tief, und schien nach dem Urtheile einiger Personen von geübtem Augenmaafse ungefähr bis zur Pedemontina herabzugehn, d. i. bis zu der Gegend, aus welcher die Lava auf Torre del Greco strömte. Da diese Gegend 880 Palmen senkrecht unter der Spitze des Kegels liegt, und der Krater nicht ganz so tief schien, so mochte seine Tiefe ungefähr 600 Palmen betragen. Die Wände waren sehr steil, die östliche fast senkrecht, und so dünn, dafs beim nächsten Ausbruche der Einsturz eines Theils derselben wahrscheinlich wird. Es stieg kein Rauch hervor; man sah den Boden deutlich, und hätte es die Steilheit der Wände nicht verhindert, würde man ohne Gefahr hinabgestiegen seyn. Nur stiegen aus der Nordseite des Bodens, mit schwachem Zischen, ein kaum sichtbarer Dampf und aus dem Rande des Kraters schwache Fumaroli auf. Der Krater bestand überall aus Schlacken, Stücken von Lava, ausgeworfenen Steinen und Asche, die jedoch eine Art von nach gerade entstandener Schichtung zeigten. Vom Rande lösten sich grofse Steine ab und rollten zum Boden hinab, mit einem dumpfen Getöse, dem ähnlich, welches wir beim Ersteigen des Kraters gehört hatten, und das daher nicht

Asche ausgeworfen, und ein solcher Ausbruch zur Zeit, als sie den Krater bestiegen, hätte ihnen sicher das Leben gekostet.

aus dem Herde des Vulkans kam, welcher jetzt in völliger Ruhe zu seyn, und sie für lange zu versprechen schien.

Als im Jahre 1752 der Gipfel des Vesuvs in den Krater gestürzt war, wurde die Höhe des Vesuvs auf Befehl des Königs, von einem geschickten Feldmesser mit der Wasserwage nivellirt. Er fand, dass der Vesuv genau so hoch als der Berg Somma, und über die Meeresfläche 4041 Palmen, (d. h. 3283 pariſ. Fuſs,) erhaben war. Jetzt liegt der höchste Punkt des Kraters etwas über, der niedrigste etwas unter der Spitze des Somma; die mittlere Höhe des Vesuvs ist jetzt also noch dieselbe als damahls. Vor dem letzten Einsturze war nach Poli's Messung der Vesuv 4515 Palmen, d. i. 3668 par. Fuſs hoch. Mithin hat sich die Höhe des Kraters durch den letzten Einsturz um 464 Palmen, d. i. um ein Neuntel der ganzen Höhe des Vesuvs vermindert. Der Fuſs des Vesuvs sammt des Bergs Somma hat 19 neap. Meilen, das sind 133000 Palmen, im Umfange; die Höhe desselben ist folglich $\frac{1}{37}$ des Umfangs. Der Aetna ist 9660 Fuſs oder 11899 Palmen hoch und sein Fuſs hat 120 neapol. Meilen oder 840000 Palmen im Umfange; mithin beträgt seine Höhe nur $\frac{1}{71}$ dieses Umfangs. Der Vesuv ist also mehr als noch einmahl so steil als der Aetna." *d. H.*

(Die Fortsetzung folgt.)

VII.

Chemiſche Zerlegung des Nilſchlamms

von

Bürger Regnault. *)

Der ganze Boden Aegyptens iſt nach der jährlichen Ueberſchwemmung des Nils mit einer mehr oder weniger dicken Lage von ſchwarzem Schlamme bedeckt. Wenn dieſer Schlamm an der Luft austrocknet, wird er gelblich braun, reiſst und ſpaltet, und man ſieht dann deutlich, daſs er ſich, wie gemeiniglich der Thon, in horizontalen Lagen abgeſetzt hat; auch zeigt er die übrigen Kennzeichen des *Thons*, zieht ſtark das Waſſer an, und ſchwindet im Feuer. Mit Waſſer gewaſchen, geben 100 Theile Schlamm nur 1,2 ſalzige Theile, die aus *Kochſalz*, *Glauberſalz* und *kohlenſaurem Ammoniak* beſtehn.

Wird der Schlamm getrocknet, zu feinem Staube gemacht und deſtillirt, ſo erhält man *Kohlenſäure* und *Waſſer*; und zwar von letzterm 11 Theile aus 100. Der Rückſtand iſt ſchwarz, wird aber roth, wenn man ihn in einem Tiegel unter freiem Zutritte der Luft erhitzt und verliert dabei $\frac{1}{11}$ an Gewicht. Daſs dieſes von *Kohlenſtoff* herrührt, der dabei verbrennt, zeigte ſich, als ich den Schlamm mit Salpeter vermiſcht deſtillirte, und eine aufseror-

*) *Mémoires ſur l'Egypte*, p. 348 f.

dentliche Menge von Kohlenſäure in der Vorlage auffing.

Ich nahm etwas Schlamm aus einem Ableitungskanale, 500 Toiſen vom Nil, trocknete ihn, und ſchmolz 100 Theile davon mit 300 Theilen kauſtiſchem Kali in einem ſilbernen Schmelztiegel zuſammen. Dieſes gab eine grünliche Maſſe, welche ſich bis auf einige weiſse Flocken ganz in Salzſäure auflöſte, und durch ein Filtrum geſeihet, 4 Gran *Kieſelerde* zurück lieſs. Die eine Hälfte der ſalzſauren Auflöſung wurde durch Ammoniak, die andere durch kohlenſaures Kali zerſetzt.

Der Niederſchlag durch das Ammoniak beſtand aus *Thonerde* und *Eiſen*. Bittererde konnte ſich nicht darunter befinden, da die Auflöſung einen Ueberflufs an Säure enthielt, und dieſe mit dem Ammoniak und der Bittererde, ein durch Ammoniak unzertrennbares Salz bildet. Als man den Niederſchlag in ätzendem Kali auflöſte, fand ſich, daſs er aus 6 Theilen Eiſenkalk und 48 Theilen Thonerde beſtand.

Aus der andern Hälfte der ſalzſauren Auflöſung wurde zuerſt die überflüſſige Säure abgetrieben; dann ein Niederſchlag durch kauſtiſches Kali bewirkt, dieſer ſtark erhitzt, um das Eiſen darin zu oxydiren und für die Eſſigſäure eben ſo unauflöslich zu machen als die Thonerde, und zuletzt der Niederſchlag mit Eſſigſäure digerirt. Die dadurch entſtehenden Salze beſtanden aus 18 Theilen kohlenſaurem Kalk und 4 Theilen kohlenſaurer Magneſia.

Folglich enthält der Nilschlamm in 100 Theilen

11	Theile	Wasser,
9	—	Kohlenstoff,
6	—	Eisenoxyd,
4	—	Kieselerde,
4	—	kohlensaure Bittererde,
18	—	kohlensaure Kalkerde,
48	—	Thonerde.
100		

Der Antheil an Kieselerde und Thonerde ist jedoch nach dem Orte, von wo man den Schlamm nimmt, sehr verschieden. Am Ufer des Nils ist der Schlamm sehr sandig, verliert aber seinen Sandgehalt desto mehr, je weiter ihn der Fluss landeinwärts absetzt, und wird zuletzt fast ganz reiner Thon. Daher kommt es, dass der Boden Aegyptens Thon fast von allen Stufen der Reinheit enthält, deren die Kunst nur bedarf. Man brennt aus ihm in Aegypten treffliche Mauersteine, und Gefäse von mannigfaltigen Formen, braucht ihn zu Pfeifen, baut daraus die Oefen in den Glashütten, die Landleute bekleiden damit ihre Häuser, und ich zweifle nicht, dass er selbst zu Fayance und Porcellain tüchtig sey.

Der Nilschlamm enthält zugleich, wie man sieht, die Grundstoffe für die Nahrung der Pflanzen. Auch gilt er bei den Landleuten für den besten Dünger, so dass sie den Mist nicht zum Düngen, sondern zum Brennen aufheben, da das Holz in Aegypten sehr selten ist. Die an einigen Orten Aegyptens

ptens etwas langsame Vegetation, ist wohl nicht dieser Art zu düngen, sondern dem Mangel an Cultur zuzuschreiben.

VIII.

NACHRICHT

von zwei wichtigen Entdeckungen: der Zersetzung der Salzsäure und des Wärmeverhältnisses der farbigen Strahlen des Sonnenlichts.

(Aus einem Briefe des Dr. Blagden's, Sekretärs der Londner Societät der Wissenschaften, London den 27sten März 1800, an Bertholet in Paris.)

Diese beiden für die Physik höchst interessanten Entdeckungen sind beide in England gemacht. Die *Salzsäure* wurde mit Hülfe des *electrischen Funkens* zersetzt; *wie*, darüber giebt Blagden weiter kein Detail. Auch Bertholet hat über diesen Gegenstand eine eigne Arbeit unternommen. Sind gleich diese Reihen von Versuchen selbst noch nicht bekannt gemacht worden, so glauben wir doch so viel davon sagen zu dürfen, dass sie darthun, der *Stickstoff* sey einer der Grundstoffe der Salzsäure. Das Detail der Versuche soll binnen Kurzem dem Publikum mitgetheilt werden.

Die zweite Entdeckung gehört dem berühmten Astronomen Herschel. Er liess in einem dunkeln Zimmer einen Sonnenstrahl auf ein Prisma fal-

len, und brachte in jeden der farbigen Strahlen, worin das Prisma den weifsen Strahl zerfetzte, ein fehr empfindliches Thermometer. *Die Wärme, die fie den Thermometern mittheilten, ftand im verkehrten Verhältniffe ihrer Brechbarkeit*, fo dafs der am wenigften brechbare rothe Strahl die gröfste Wärme, und der am ftärkften brechbare violette, die mindefte Wärme gab. — Zugleich bemerkte er, dafs ein Thermometer, welches unmittelbar *unter* dem Farben-Spectrum, d. h. unter dem rothen Lichte, befeftigt wurde, felbft noch höher als das im rothen Strahle befindliche ftieg. Mithin *erzeugte diefer Sonnenftrahl das Maximum an Wärme, aufserhalb des Farben-Spectrums.*

IX.

Einige metallurgiſche Bemerkungen

B. G. Sage's,
Directors der erſten Bergwerksſchule in Paris;
aus Briefen an Delamétherie. *)

1. *Reduction des Hornſilbers durch Berührung mit Eiſen.*

Schon vor 30 Jahren lehrte ich die Zerſetzung des Hornſilbers mittelſt Eiſen. Einſt als ich in eine Schachtel zufällig eine Magnet-Nadel neben ein Stück Hornſilber gelegt hatte, und die Schachtel erſt nach einem Jahre wieder öffnete, fand ich darin zerfloſsnes ſalzſaures Eiſen, und das Silber in vollkommen metalliſcher Geſtalt, bedeckt und vermiſcht mit braunem Eiſenocher, indeſs alles Eiſen der Magnet-Nadel gänzlich verſchwunden, und von ihr nichts als das verroſtete Meſſinghütchen übrig geblieben war. Hierbei ein Stückchen dieſes reducirten Hornſilbers. (Vergl. Fabroni's Abhandl. in den *Annal. der Phyſ.*, IV, 428.)

2. *Mittel, die Menge Schwefels oder Arſeniks in einer Miner genau zu beſtimmen.*

Beim Röſten verfliegen oder zerſetzen ſich zwar der Schwefel und Arſenik einer Miner, zugleich aber

*) *Journal de Phyſique*, t. 7, p. 296.

werden die erdigen Theile derselben calcinirt, und bemächtigen sich eines Antheils der erzeugten Säuren und einiger Feuchtigkeit, wodurch ihr Gewicht zunimmt. Deshalb läfst sich durch das Röften der wahre Gehalt an Schwefel und Arfenik nicht beftimmen; auch nicht beides einzeln. — Man pulverifire dagegen die Miner, und ziehe über fie ihr doppeltes Gewicht Schwefelfäure ab. Diefe geht dabei als fchweflige Säure über; zugleich der Schwefel des Minerals in gelblicher Farbe, und der Arfenik in Geftalt eines weifsen Kalkes, fo dafs in der Retorte blofs fchwefelfaures Metall zurückbleibt. Auf diefe Art erhielt ich aus 100 Theilen einer fchwefel- und arfenikhaltigen *Kobaltftufe* 36 Theile weifsen Arfenikkalk, und 15 Theile gelblichen Schwefel, welche das Metall darin vererzen, und machen, dafs an einem feuchten Orte die Stufe mit Kobalt-Vitriol befchlägt, der im Waffer auflöslich ift, und fich dadurch von dem lilafarbnen arfenikalifchen Befchlage unterfcheidet. — Eine grünliche Stufe *Kupfernickel*, die auf dem Bruche röthlich-grau war, gab, auf diefelbe Art behandelt, in der Vorlage ebenfalls fchweflige Säure, gelblichen Schwefel und weifsen Arfenikkalk, und in der Retorte grünen zum Theil fchwefelfauren Nickelkalk. Sie enthielt in 100 Theilen 3 Theile Schwefel, 22 Theile Arfenik und 75 Theile Kupfernickel.

3. *Das kryſtalliſirte rothe ſibiriſche Bleierz enthält kein Eiſen, ſondern Spieſsglanz.*

Lehmann machte zuerſt das rothe ſibiriſche Bleierz in einem Briefe an Büffon im Jahre 1769 in Frankreich bekannt. Es bricht nach ihm bei Katharinenburg mit eiſenſchüſſigem Quarze, Glaskopf und Bleiglanz. Vauquelin entdeckte darin ein neues Metall, das *Chromium*, welches er auch im Smaragd, im grünen ſibiriſchen Bleierze, im Rubin und Beril wiederfand, und das er daraus auf eine ſehr einfache Weiſe durch Kochen mit Kali herauszog, da es in der Miner als Säure enthalten iſt. Nach ſeiner zweiten Analyſe beſteht das rothe ſibiriſche Bleierz aus 36 Theilen Blei, 37 Theilen Chromium-Säure, 24 Theilen Eiſen und 2 Theilen Thonerde. — Allein es enthält nach meinen Verſuchen offenbar kein Eiſen, ſondern Spieſsglanz, und zwar mehr als Blei, etwa in 100 Theilen 45 Theile *Spieſsglanz*. Wie war es möglich, daſs Vauquelin dieſes überſah! Wahrſcheinlich hatte er zu wenig vom Bleierze, um es in Rückſicht des Eiſengehalts gehörig zu prüfen. — Von den vielen Verſuchen, die Sage darüber im *Journ. de Phyſ.*, t. 7, p. 300, anführt, hier nur Einen: Er übergoſs die Bleikryſtalle mit gereinigter Salzſäure, welche ſich im Auflöſen aufs ſchönſte grün färbte, und beim Erkalten kleine, viereckige, durchſichtige weiſse Kryſtalle fallen lieſs. Sie und der grünliche Rückſtand, aus dem die Salzſäure alles Blei und Chromium aufgelöſt hatte, zuſammen auf Löſchpapier getrocknet,

wogen faſt halb ſo viel als die genommene Miner. Die Kryſtalle, (ſel ſtibé,) kniſtern am Feuer; gepulvert ſchmelzen ſie am Feuer, werden ſchwarz und verändern ſich in Spieſsglanz-Kügelchen, und brennen mit einem weiſsen Dampfe, wovon ein Theil ſich auf die Kohlen ſetzt und einen länglichen weiſsen Schein bildet. Die Auflöſung in der Salzſäure eingedickt gab ein ſüſses an der Luft zerflieſsendes Salz, welches dem Chromium zuzuſchreiben iſt, und als es mit ſchwarzem Fluſſe und Kohlenſtaub geſchmolzen wurde, erhielt er nichts als einige Stückchen *Blei*.

X.

ANMERKUNGEN
zur Licht-Theorie.

(Aus einem Briefe
von
L. A. von Arnim.

Göttingen den 30ſten Mai.

Ich wundere mich, wie ich in den Verſuchen über das chemiſche und electriſche Verhältniſs der Körper*) Nairne's Erfahrungen über die Verkürzung der Metalldrähte durch electriſche Schläge **) vergeſſen habe. Sie ſind für mich ſehr merkwürdig, beſonders auch in Rückſicht der *galvaniſchen Erſcheinungen*.

Mechaniſche und chemiſche Bewegung ſind ſich gegenſeitig in der *galvaniſchen Bewegung* ſo ſehr Mittel und Zweck, daſs man von dieſer Seite das Leben als ein durch Herſtellung des chemiſchen Gleichgewichts geſtörtes mechaniſches, und durch Herſtellung des mechaniſchen Gleichgewichts geſtörtes chemiſches betrachten könnte. Ein ſchwaches Kneifen, noch ſtärker ein Ziehen des Nerven oder ein Stechen, bringt die ſtärkſten Muskel-Con-

*) *Annal.* V, 33.

**) Crell's *Ann.* f. 1784, I, 96; Lichtenberg's *Magazin*, I. B., 2. St., S. 22.

tractionen hervor, selbst da, wo der galvanische Reiz nur noch schwach wirkt; aber *nicht* die eigentliche Nerven-Substanz ist hier die Ursache der Zusammenziehung, (denn ohne Berührung der Nervenhäute kann man sie ungestraft zerstechen, auch kann sie beim Zerschneiden und Unterbinden der Nerven in ununterbrochener Berührung bleiben, die Zusammenziehungen erfolgen doch nicht,) sondern die Nervenhäute, deren Zusammenziehung durch mechanische Verbindung, durch ihren Uebergang in Zellgewebe,*) in der Bewegung des ganzen Schenkels sich zeigt. Dies erklärt, warum die Muskelfaser in jedem fast mathematischen Punkte, (a. a. O., S. 113,) sensibel ist, ungeachtet die besten Anatomen keinen Uebergang der Nerven-Substanz in Muskel-Substanz wahrgenommen, und die Vermuthung einer sensibeln Nerven-Atmosphäre, (seit Humboldt's Versuche mit Wahrscheinlichkeit aus einer Dampfleitung erklärt werden,) sehr an Wahrscheinlichkeit verloren hat. Dies erklärt auch, warum die Muskeln, die weiter von dem Nerven entfernt sind, am heftigsten bewegt werden, warum an diesen entfernten Punkten, z. B. an dem Zehen der Froschschenkel, sich die letzten Zusammenziehungen zeigen, sehr ähnlich der schnellen Bewegung eines Punktes in dem Umkreise eines Rades, verglichen mit der Schnelligkeit eines Punktes

*) *Ueber den Bau des Hirns und der Nerven.* Gren's *neues Journal der Physik*, I. B., S. 107.

an der Achſe, ungeachtet beide Punkte, der Muskel im Nervenbündel und der Muskel an dem Ende des Schenkels, nur einen und denſelben Winkel zurücklegen. Es verſteht ſich, daſs dieſes nur Bild und nichts weiter ſeyn ſoll.

Bedarf es aber nur der Zuſammenziehung der Nervenhaut, um galvaniſche Erſcheinungen hervorzubringen, ſo iſt durch jene Nairniſche Beobachtung, *die Wirkung der Electricität in Hervorbringung galvaniſcher Actionen erklärt*, nur iſt es jetzt nothwendig, die von Herrn von Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskelfaſer*, I, S. 433—442,) angegebenen Unterſchiede zwiſchen *galvaniſcher* und *electriſcher Action* genauer zu betrachten. Sie werden gefunden haben, daſs es ſelbſt dieſen zufolge keinen Leiter in der galvaniſchen Kette giebt, der nicht auch Leiter in der electriſchen Kette wäre; aber umgekehrt iſt nicht jeder electriſche Leiter auch ein galvaniſcher: alte wohlgetrocknete Knochen, der luftverdünnte Raum, die Flamme und heiſses Glas machen Ausnahmen.

Zuerſt bemerke ich dabei, daſs ſehr viele Leiter der Electricität es nur für ſtärkere Ladungen ſind, z. B. eine Blitzſcheibe. Wenn die Conſtruction derſelben verdeckt wäre, man würde ſich ſehr wundern, wie vollkommen derſelbe Körper ſchwache electriſche Schläge hemme, ſtarke fortleite; und das ſcheint ganz beſonders auch bei den Knochen und dem heiſsen Glaſe der Fall zu ſeyn. Zweitens wirken einige Körper nur in ſo fern leitend,

als sie die Electricität zerstreuen, (ableiten,) oder einsammeln, (einleiten.) Dieser Unterschied zwischen den Leitern ist nicht unwichtig. War es nicht unwahrscheinlich, die durch brennende Kerzen in den Electrometern gesammelte Electricität aus der grösern Leitungsfähigkeit der beim Verbrennen entstehenden Gasarten herzuleiten? Ein um so viel grölserer metallener Leiter darauf gesteckt, würde doch eben das leisten, (besonders wenn man bedenkt, dafs jenes kohlensaure Gas nicht in ununterbrochener Verbindung mit der Flamme bleibt, sondern vom Winde hinweggetrieben wird.) Aber das ist gar nicht der Fall. Aeufserst merkwürdig, auch für die Licht-Theorie ist es, *dafs, ungeachtet wir fast bei allen Oxydations-Prozessen Entstehung von Electricität wahrnehmen, dieses doch bei den Oxydationen mit Lichtentwickelung nicht der Fall ist;* dafs wir nur da electrisches Licht bemerken, wo entgegengesetzte Electricitäten sich aufheben, und dafs eben deswegen jene Verbrennungen nur da Electricität sammeln, wo man mit sehr empfindlichen Instrumenten schon vor dieser Verbrennung Electricität beobachten kann. Wird es hieraus nicht sehr deutlich, dafs, so wie nach meinen frühern Bemerkungen ein entgegengesetzt electrischer Zustand zweier Körper, einer entgegengesetzten Wärme-Capacitäts-Aenderung zuzuschreiben ist, Lichtentstehung im Gegentheile einer Herstellung des Gleichgewichts zwischen zwei entgegengesetzten Wärme-Capacitäts-Aenderungen zuzuschreiben sey?

Ist also, wie es scheint, mit Wahrscheinlichkeit zu behaupten, dass die *Flamme* in den meisten Fällen die Electricität nicht leitet, sondern selbstthätig modificirt; so frägt es sich: Wie hat man bisher die Flamme in der galvanischen Kette angewendet? Nur zwei Fälle sind möglich: entweder man hat damit zwei Cylinder verbunden, und in diesem Falle hätte man schon den Erfolg vorhersehen können, dass keine Zuckungen erfolgen konnten, da die Electricität zerstreut wird, wenn eine Flamme zwischen zwei electrisirten Conductoren steht; oder man hat den brennenden Körper auf den einen Leiter gestellt, und in diesem Falle ist die Kette unterbrochen, da man, nach einer bekannten electrischen Erfahrung, sehr verschiedene Electricitäten auf diese Art in zwei Körpern erhalten kann. Nur der Theorie, welche bei dem Schliefsen der Kette Entladungen annimmt, konnten die Versuche widersprechen, und zu der bekenne ich mich nicht.

Der *luftverdünnte Raum* endlich wirkt, wie ich gezeigt habe, nur durch seinen Feuchtigkeitszustand leitend, (*Theorie der electrischen Erscheinungen*, S. 36.) Dass er auch Leiter für geringe Entfernungen in der galvanischen Kette werden kann, beweisen die Versuche Humboldt's, welche eine Wirkung in die Ferne vermuthen liefsen.

Nachdem diese vier Hindernisse weggeräumt sind, und ich, wie gesagt, sowohl in der electrischen Ladungs-Theorie, als in den Uebergangs-Circulations-Theorien einiges Unwahrscheinliche zu finden

glaube, (sie widersprechen insbesondere der Fortdauer der Wirkung beim Geschlossen seyn der Kette,) nehme ich keinen Anstand, Ihnen einige Bemerkungen zu dieser Theorie mitzutheilen.

Jede electrische Entgegensetzung ist, wie ich gezeigt habe, entweder durch Veränderung der Mischung oder der Lage verschiedener Körper hervorgebracht. Da bisher keine nothwendige chemische Veränderung als Ursache der galvanischen Erscheinungen wahrgenommen worden; so ist Veränderung der Lage Bedingung derselben, so werden sich galvanische Bewegungen nur beim Verbinden und beim Trennen der Kette zeigen; wenn auch die electrische Vertheilung fortdauert, sie werden nur Zeichen der Aenderung dieser Einwirkung seyn.

Erschöpfung aller möglichen Combinationen entgegengesetzter Zustände zur Verbindung derselben in einem Einzelnen, ist Bedingung aller Bewegung in der Natur, also auch der galvanischen oder electrischen. Es giebt zwei einander entgegengesetzte electrische Zustände: $+E$ und $-E$, und $++$, $+-$, $--$ sind alle mögliche Combinationen derselben. Demnach werden zur Hervorbringung electrischer Thätigkeit zwei Klassen erfordert: eine, die eines einfachen; die zweite, die durch diese einfachen in einen zwiefachen Zustand versetzt werden kann, und von diesen zwei Klassen drei Individuen. So sehen sie dieses von Ritter entdeckte Gesetz der galvanischen Action, welches ich auch bei genauerer Betrachtung im Magnetismus gefunden, auf

eine ſcheinbar ſcherzhafte, aber doch wohl ernſthafte Art bewieſen; auch die Nothwendigkeit der Anſchauung der Materie nach drei Dimenſionen kann hiernach vollſtändig bewieſen werden. *)

Multa renaſcentur etc. hat ſich noch immer beſtätigt. Als Winkler vor 50 Jahren einen *electriſchen Prozeſs zwiſchen Sonne und Erde annahm*, hat mancher geſpottet. Erinnern wir uns aber jener oben gemachten Bemerkung über die Abweſenheit electriſcher Entgegenſetzung bei Oxydationen mit Lichterſcheinung, und der daraus gezogenen Folgerung: der Lichtentwickelungs-Prozeſs ſey dem electriſchen entgegengeſetzt; ſo gewinnt dieſe Idee ſehr an Wahrſcheinlichkeit. Es erklärt ſich ebenfalls daraus, woher eine ſehr allgemeine Erfahrung abzuleiten iſt, *daſs alles, was Leiter in der electriſchen Kette iſt, Nichtleiter in der Lichtkette, und jeder Leiter in der Lichtkette, Nichtleiter in der electriſchen ſey*, (wobei ich erinnern muſs, daſs ich die Halbleiter der Electricität zu den Nichtleitern rechne, und daſs ich unter Nichtleiter in der Lichtkette alle undurchſichtige Körper verſtehe.) In Verbindung damit ſteht auch das Geſetz: *daſs Körper nur in ſo fern Farbe und Electricität zeigen, als ſie dieſe verlieren.*

*) Daſs es mit einem ſolchen Beweiſe dem Briefſchreiber nicht recht Ernſt ſeyn könne, darf wohl kaum erinnert werden. d. H.

XI.

Aus einem andern Briefe deſſelben Verfaſſers.

Es wird Ihnen ſicher angenehm ſeyn, das ſehr bequeme *Entwickelungsgeräth zum Salpetergas-Eudiometer* kennen zu lernen, deſſen ſich Herr von Humboldt bei ſeinen Unterſuchungen bedient. Ich danke es der Güte des Herrn von Buch. Die kleine Flaſche ſowohl wie die Röhre, (Taf. III, Fig. 5,) ſind von Horn. Die Höhe von *a* bis *b* beträgt etwas über 2 Zoll; bei *cd* iſt eine männliche, in *gh* eine weibliche Schraube. Man kann daher das Gefäſs hier öffnen und Kupferdraht und Salpeterſäure hineinthun. Die Röhre *fe* iſt bei *f* ebenfalls zum Herausziehen, und dann laſſen ſich ſofort in der kleinſten pneumatiſchen Wanne die genaueſten Verſuche machen.

Bei einer fortgeſetzten Reihe von Verſuchen, welche ich *über das Verhältniſs der Lichtſtärke zu der Farbe des Himmels* vorhabe, denke ich das in den Annal. d. Phyſik, III, 83, von mir vorgeſchlagene ſchwarz und weiſs überzogene Thermometer, (Leslie's *Photometer*, Ann., V, 235, iſt im Weſentlichen nichts anderes,) und das Sauſſüriſche *Kyanometer* zu brauchen, letzteres jedoch, zur beſſern Vergleichung der Farben des Himmels mit den aufgetragenen, folgender Maſsen abzuändern. Zwei gleich groſse Pappſcheiben drehen ſich über einander um eine Achſe, in ihrem Mittelpunkte. Die untere hat in ihrem Umfange ſo viele kleine Kreiſe, als man Abſtu-

fungen der Farbe gewählt hat, (Saussüre machte 9½, besser sind wohl 100,) und diese sind sämmtlich halb durchschnitten, so dass, wenn man die Scheibe nach dem Himmel hält, beide, die Himmelsfarbe und die damit verglichene, unmittelbar neben einander grenzen. Die obere Scheibe ist nur in drei Kreisen, aber hier ganz durchschnitten, damit die Menge der Abstufungen den Blick nicht verwirre und nur immer an dem zu wenig oder zu stark Blauen, das mittlere sich annähernde erkannt werden könne. Ist der Halbmesser der ganzen Scheibe a, und der Halbmesser der aufzutragenden Farbenkreise y, mithin der Halbmesser des Kreises durch ihren Mittelpunkt $a - y$; ferner die Zahl der Farbenabstufungen oder Kreise n, also $2n$ die Zahl der Halbmesser y der kleinern Kreise: so sind die Halbmesser y in dem mit $a - y$ beschriebenen Kreise Chorden der Winkel von $\frac{360°}{2n} = C$, also in Theilen des Halbmessers ausgedrückt $= 2 \sin. \frac{C}{2}$, und mithin $y = (a - y)\ 2 \sin. \frac{C}{2}$

oder $y = \frac{2a \sin. \frac{C}{2}}{1 + 2 \sin. \frac{C}{2}}$ Ich glaube, es könnte zu manchem merkwürdigen Resultate führen, zwei Kyanometer zu verfertigen, von denen das eine zwischen *blau* und *weiss*, das andere zwischen *blau* und *schwarz* nüancirte. Beide Verhältnisse scheinen sehr selten denselben Gang zu beobachten.

XII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN *der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem.*

— *Bedingungen*: die Abhandlungen können *holländisch*, *französisch*, *lateinisch* und *deutsch*, doch nur mit lateinischen Lettern geschrieben seyn, müssen, auf die bekannte Art mit Devisen versehn, dem Sekretär der Gesellschaft, Herrn van Marum, zugeschickt werden, und es wird gewünscht, dass die Verfasser sie so sehr als möglich abkürzen, und alles, was nicht wesentlich zur Frage gehört, weglassen möchten. Die Preisabhandlungen bleiben der Gesellschaft zum Drucke. *Preis*: eine goldene Medaille oder statt ihrer, wenn man es vorzieht, 30 Dukaten.

A. *Physikalische Preisfragen auf das Jahr* 1801, (Einsendungstermin vor dem ersten Nov. 1801. Die 3 ersten dieser Fragen waren schon auf das Jahr 1800 aufgegeben worden, blieben aber unbeantwortet, und wurden deshalb nochmahls wiederhohlt; die 3 letzten sind neue.)

1. Was weiss man gegenwärtig von der *Bewegung des Saftes in den Bäumen und Pflanzen?* Wie könnte man eine vollständigere Kenntniss dessen erlangen, was jetzt hierin noch dunkel oder zweifelhaft ist? und liessen sich wohl aus dem, was

wir durch entscheidende Erfahrungen darüber wissen, nützliche Folgerungen für die Baum- und Pflanzen-Cultur herleiten?

2. Da sich dem *Rauchen der Wohnungen* wahrscheinlich in jedem Falle abhelfen liesse, den etwa ausgenommen, wenn die Schornsteine zurückstossenden Winden ausgesetzt sind, wenn man auf die physischen Ursachen aufmerksamer wäre, welche den Rauch in die Schornsteine treiben; so verlangt die Gesellschaft: *α.* eine *Theorie* oder deutliche und kurz gefasste Erklärung der Ursachen, die den Rauch in den Schornstein treiben, oder ihn aufzusteigen hindern; *β.* aus dieser Theorie hergeleitete *Regeln*, wie Schornsteine zu bauen sind, und worauf man nach Verschiedenheit der Umstände Acht geben müsse, um das Rauchen zu verhindern.

3. Welche *einheimische*, *bisher ungebrauchte Pflanzen* können nach gehörig bestätigten Erfahrungen *gute Farben geben*, deren Bereitung und Gebrauch mit Vortheil eingeführt werden könnte? und welche *ausländische* zur Färberei brauchbare *Pflanzen* könnte man mit Vortheil auf weniger fruchtbaren oder nicht sehr bebauten Ländereien dieser Republik ziehn?

4. Was kann man nach den Beobachtungen der neuern Astronomen, besonders Herschel's und Schröter's, in Ansehung des *Umfangs des Universums* und der *Ordnung, in welcher die himmlischen Körper stehn*, als gehörig bewiesen, oder als sehr wahrscheinlich gemacht ansehn? (Die Gesellschaft

wünscht in der Antwort auf diese Frage eine kurze Darstellung des gegenwärtigen Zustandes der Wissenschaft in Hinsicht dieses Gegenstandes, und verlangt, dass kürzlich gezeigt werde, wie wenig wahrscheinlich, oder selbst ungegründet, einige hierüber aufgestellte Hypothesen sind.)

5. In wie fern läst sich aus den neuesten Fortschritten in der Physiologie der Pflanzen bestimmen, *auf welche Art die verschiedenen Erdarten die Vegetation der Pflanzen befördern*, und welche Folgerungen lassen sich aus unsern jetzigen Kenntnissen hierüber, für die *Wahl des Düngers* und die *Fruchtbarmachung der wüsten und dürren Ländereien* ziehen?

6. Ist das *Studium der Naturgeschichte für die Jugend* von solcher Nützlichkeit, dass sie als ein wesentlicher Theil einer wohlgeordneten Erziehung betrachtet zu werden verdient? Und wenn sie dafür zu halten ist, welche Theile dieser Wissenschaft verdienen den Vorzug? und welches ist die angemessenste Art, die Jugend zu dem Studium dieser Wissenschaft zu ermuntern, und sie ihr so nutzbar als möglich zu machen?

B. *Physikalische Preisfrage auf das Jahr* 1802, (Einsendungstermin vor dem ersten Nov. 1802.)

1. Da Dr. Chladni's Erfahrungen gezeigt haben, dass, wenn man mittelst eines Bogens, auf Glas- oder Metallscheiben, die mit Sand oder Staub leicht bedeckt sind, einen Ton hervorbringt, dieser Staub bestimmte Figuren annimmt; so verlangt

die Geſellſchaft *eine Theorie dieſer Phänomene, die einzig das Reſultat von Beobachtungen hierüber iſt*, und nahmentlich: α. eine möglichſt vollſtändige *Angabe aller Figuren*, die jeder Ton hervorbringt, und eine *Cloſſification* derſelben nach ihren Arten; β. eine phyſiſche Erklärung der *Gründe*, warum der Staub die gedachten Figuren annimmt, und des Verhältniſſes der Figuren zu den reſpectiven Tönen.

2. Eine *Naturgeſchichte* und phyſikaliſche Beſchreibung der *Wallfiſche*, um daraus α. auf den Weg zu ſchlieſsen, der einzuſchlagen iſt, die Stellen, an welchen ſich Wallfiſche befinden, aufzufinden; β. die leichteſten und ſicherſten Mittel, die Wallfiſche ſogleich zu tödten, und ſich ihrer dann auf die ſchleunigſte Art zu bemächtigen, abzuleiten.

C. *Phyſikaliſche Preisfragen*, die ſchon vor mehrern Jahren für einen unbeſtimmten Termin aufgegeben wurden, und dieſes noch bleiben. Wer darüber für dieſes Jahr noch concurriren will, muſs ſeine Abhandlung vor dem 1ſten Nov. 1800 einſenden.

1. Was lehren uns die neueſten Entdeckungen in der Chemie über die *Natur der Gährung*, und welche Vortheile können daraus für gewiſſe Fabriken gezogen werden, in welchen man gährende Stoffe braucht.

2. Was hat die Erfahrung über *die Nützlichkeit einiger dem Anſcheine nach ſchädlicher Thiere*, beſonders in den Niederlanden, gelehrt: und wel-

che Vorficht mufs alſo in Rückſicht ihrer Vertilgung beobachtet werden?

3. Welches ſind die bisher ihren Kräften nach unbekannten einheimiſchen Pflanzen, die in unſern Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden, und ausländiſche erſetzen könnten?

4. Welcher bisher nicht gebrauchten einheimiſchen Pflanzen könnte man ſich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen? und welche nahrhafte ausländiſche Pflanze könnte man hier anbauen?

D. Drei Preisfragen auf den erſten Nov. 1800, in wie weit die *Anwendung der neuern Chemie auf die Phyſiologie des menſchlichen Körpers, auf die Pathologie und Therapie* auf gegründeten Thatſachen, und in wie weit ſie nur auf unbewieſenen Hypotheſen beruht; für die aber der Einſendungstermin zu nahe iſt, um ſie hier weitläufig zu wiederhohlen.

Noch wiederhohlt die Geſellſchaft, dafs ſie in der Sitzung von 1798 beſchloſſen hat, in jeder jährlichen Sitzung zu berathſchlagen, ob ſich unter den ihr in dem Jahre zugeſchickten naturhiſtoriſchen oder phyſikaliſchen Schriften, (nicht Antworten auf obige Fragen,) eine oder die andere befinde, die eine beſondere Belohnung verdiene, und der intereſſanteſten derſelben eine ſilberne Medaille und eine Belohnung von 10 Dukaten zuzuerkennen.

XIII.

PHYSIKALISCE PREISFRAGEN

des Pariſer National - Inſtituts auf das Jahr X,

(Preis: eine goldene Medaille, 1 Kilogramm oder 2 Pfund ſchwer; Termin der Einſendung: erſter Nivoſe, J. 10.)

1. Es wird verlangt, den *Einfluſs der atmoſphäriſchen Luft, des Lichts, des Waſſers und der Erde auf die Vegetation durch genaue Verſuche zu beſtimmen.* (Preisvertheilung am 15ten Meſſidor, J. 10.)

2. Durch welche Merkmahle unterſcheiden ſich die *vegetabiliſchen* und *mineraliſchen Stoffe*, die zu *Gährungsmitteln* dienen, von denen, welche ſie in Gährung bringen. (Preisvertheilung am 15ten Germinal, J. 10.)

XIV.

NACHRICHT

von einem phyſikaliſchen Magazine.

Ungeachtet der ausgebreiteten Bekanntſchaft mit deutſchen Künſtlern, welche ich ſeit zwölf Jahren unterhalte, und wozu beſonders meine ſonſtigen Verhältniſſe, als Amanuenſis bei zweien der angeſehenſten phyſikaliſchen Kabinette, das Meiſte beigetragen haben, wurde es mir doch ſehr ſchwer, mein gegenwärtiges mathematiſches, phyſikaliſches, chemiſches und zur natürlichen Magie eingerichtetes Kabinet anzulegen. Ich muſste meiſtentheils die nöthigen Inſtrumente, Maſchinen und viele andere Producte und Zurichtungen, welche die ſogenannten Mechanici gar nicht verfertigen, entweder ſelbſt machen oder Andern dazu beſondere Anweiſung geben: denn es war mir unmöglich, die Inſtrumente, Maſchinen u. ſ. w., wie ſie am vortheilhafteſten zu Verſuchen gebraucht werden, gleich gut, und nach Beſchaffenheit der Umſtände um die billigſten Preiſe zu erhalten.

So überzeugte mich eigne Erfahrung, mit wie viel Hinderniſſen die Verbreitung und Cultur der Naturlehre in dieſer Rückſicht zu kämpfen haben.

Um nun dieſes Hinderniſs zu heben und beſonders da, wo es am ſtärkſten iſt, und am meiſten die unentbehrliche Verbreitung jener Wiſſenſchaft hemmt, auf Akademieen, Gymnaſien, Schulen, bei Privat-Lehrern und Liebhabern, gänzlich zu verdrängen, bin ich mit den vorzüglichſten deutſchen und engländiſchen Künſtlern, Mechanikern und Chemikern in Verbindung getreten, und habe ein *vollſtändiges phyſikaliſches Magazin* errichtet, in welchem alle Arten mathematiſcher, phyſikaliſcher, aſtronomiſcher, optiſcher, chemiſcher

und zur natürlichen Magie gehöriger Instrumente, Maschinen und Producte, welche zu den Versuchen der Experimental-Physik und Chemie gebraucht werden, entweder gleich vorräthig oder auf sichere Bestellung und Anweisung in kurzer Zeit um den billigsten Preis und von der besten Beschaffenheit zu haben sind.

In diesem Magazine wird ein vollständiger physischer Apparat, worüber ich für Gelehrte und Liebhaber lese, immer unterhalten und vermehrt; allein, um die Käufer sicher zu stellen, so stehet auch er zum Aussuchen Jedem offen. Ich werde dafür Sorge tragen, die Instrumente, Maschinen u. s. w. stets aus den besten Werkstätten zu erhalten, und sie mit der genauesten Accurateſse und möglichsten Eleganz gearbeitet, und zu verhältnissmäfsig geringen Preisen zu liefern.

Uebrigens erbiete ich mich auch, alle in die Mathematik und Naturlehre einschlagende Instrumente, Maschinen, chemische Producte u. s. w. *nach der genauesten Prüfung* in Commission zu nehmen und in meinem Magazine aufzustellen, wofür ich blofs eine kleine, durch nähere Uebereinkunft zu bestimmende, Provision verlange. Dadurch stehet dem deutschen Künstler ein Weg offen, seine vorzüglichsten Arbeiten, neue Erfindungen und Verbesserungen den Gelehrten und Liebhabern in natura bekannt zu machen und abzusetzen, wozu die Messen viel beitragen.

Um aber auch Schulen oder andern Lehranstalten und Liebhabern den Ankauf eines zweckmäfsigen Apparats zu erleichtern, und ihn so wohlfeil, als nur immer möglich ist, zu verschaffen, werde ich ihn zu einzelnen Lehren, nebst der Beschreibung der damit anzustellenden Versuche und Handgriffe, auf Pränumeration nach und nach so liefern, dafs er endlich ein vollständiger ganzer systematisch zusammengerichteter zweckmäfsiger Schul-Apparat werde, mit welchem

man durch verſchiedene Verbindung einzelner Stücke das erreichen wird, was man ſonſt durch eine koſtſpielige Inſtrumenten-Sammlung nicht immer erreichen kann.

Den Preis, der ſich nach dem, wie viel darauf verwendet werden ſoll, und je nachdem ſchon Einiges vorhanden ſeyn ſollte, richtet, werde ich näher beſtimmen, wenn man ſich deſshalb durch Briefe an mich wenden will.

Wie ſehr Leipzigs ausgebreiteter Handel, beſonders aber der Buchhandel, dieſes Inſtitut begünſtigen, wie ſehr ſie den Zugang zu demſelben erleichtern, bedarf keines Beweiſes; und ich darf mir daher mit der Hoffnung ſchmeicheln, daſs mein Unternehmen den beſten, für die Naturlehre nützlichſten Fortgang haben werde.

Briefe und Anfragen, deren Inhalt das Intereſſe des Einſenders angehet, erwarte ich frankirt. Leipzig im März 1800.

M. Gottfried Tauber,

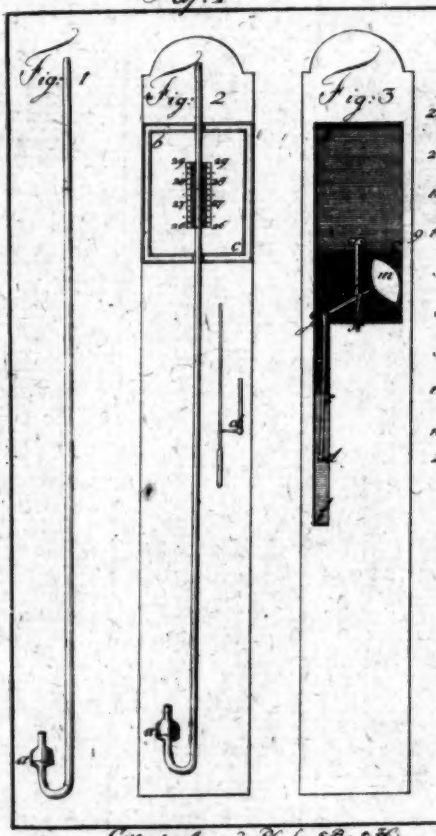
Privat-Lehrer der Mathematik und Phyſik, auch Mitglied der ökonomiſchen Societät zu Leipzig.

Wohnhaft in der Grimmaiſchen Gaſſe in dem Hauſe des Buchhändlers Herrn Barths 3 Treppen hoch.

Verbeſſerungen zu Band V, Stück 2.

Auf den Kupfertafeln ſetze man ſtatt Tafel V, Tafel IV und ſtatt Tafel IV, Tafel V, welche letztere das Norbergſche Deſtillir-Geräth vorſtellt. Ferner iſt auf dieſer letztern Kupfertafel durch ein Verſehn der Dampfbewahrer, der Fig. 8 ſeyn ſollte, fortgelaſſen, und erſt auf Tafel VI nachgetragen worden, welches man auf Seite 118 zu bemerken beliebe. Die Figur, bei der dort Fig. 8 ſteht, ſoll Fig. 9 ſeyn, und iſt der ruſſiſche Helm, von dem S. 224 geſprochen wird, wo man Zeile 6, Fig. 9. (jetzt Fig. 8.) ſtatt Fig. 6 zu leſen hat.

Taf. I.



Gilberts Ann. d. Phys. 5B. 1K.

Fig: 4

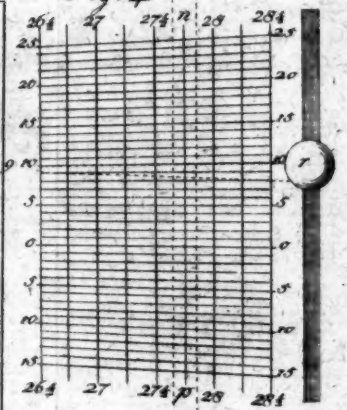


Fig: 5

Fig: 6

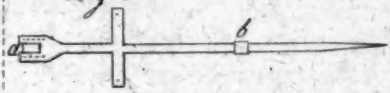
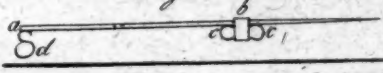
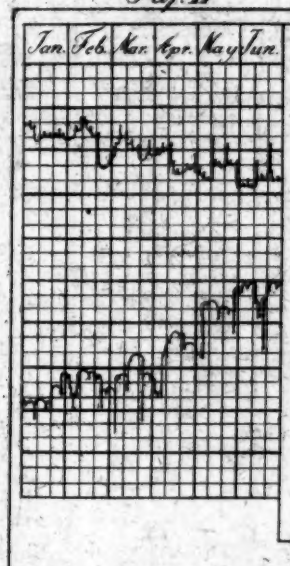


Fig: 7

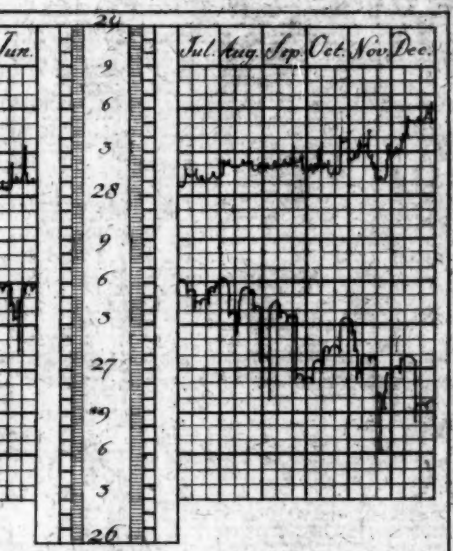


Taf. II



Der mittler
ist 27
nach

Gilberts Ann. d. Phys. 5B. 1



ttlere Barometer-Stand
27 Zoll 8 ⅞ Linien
ch Pariser Maafs

B. 1 H.

Taf: III

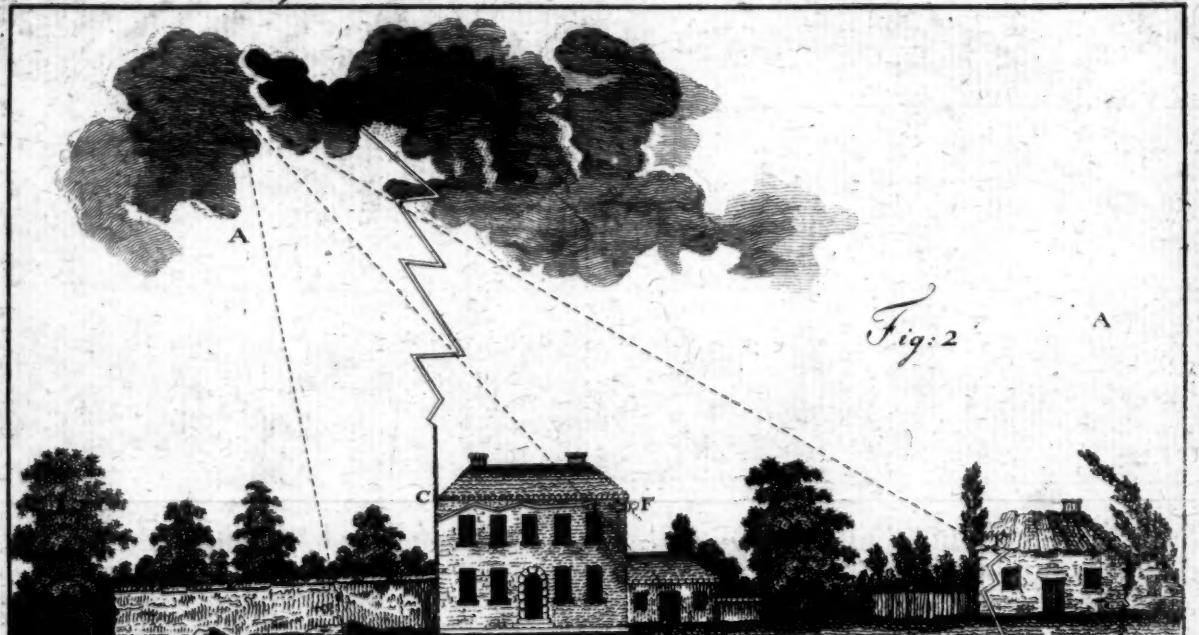


Fig: 2

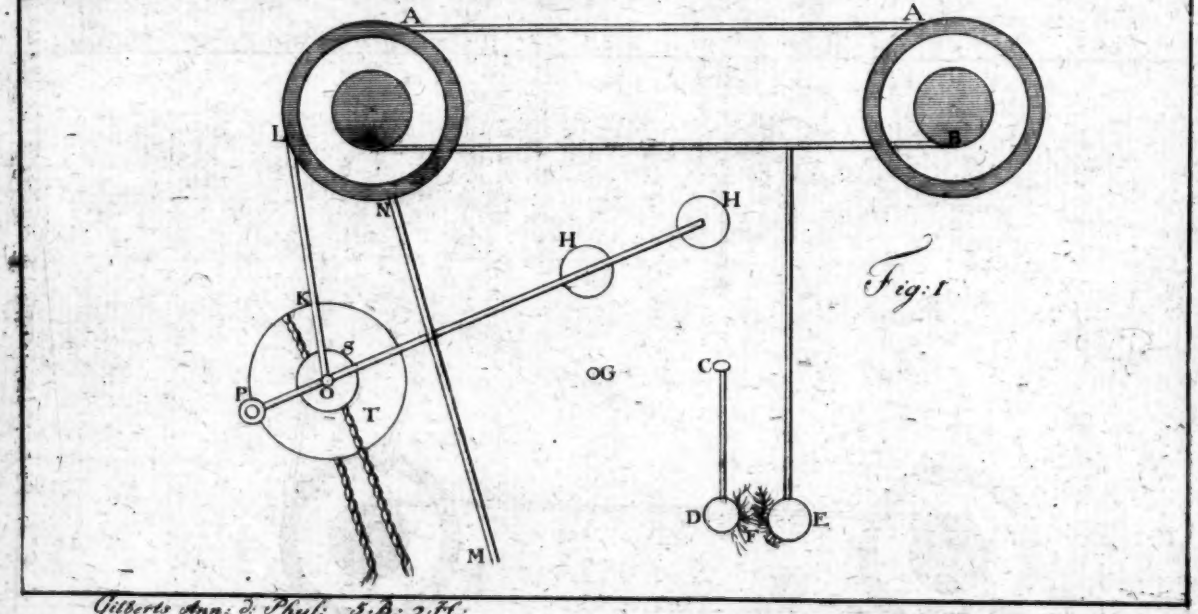
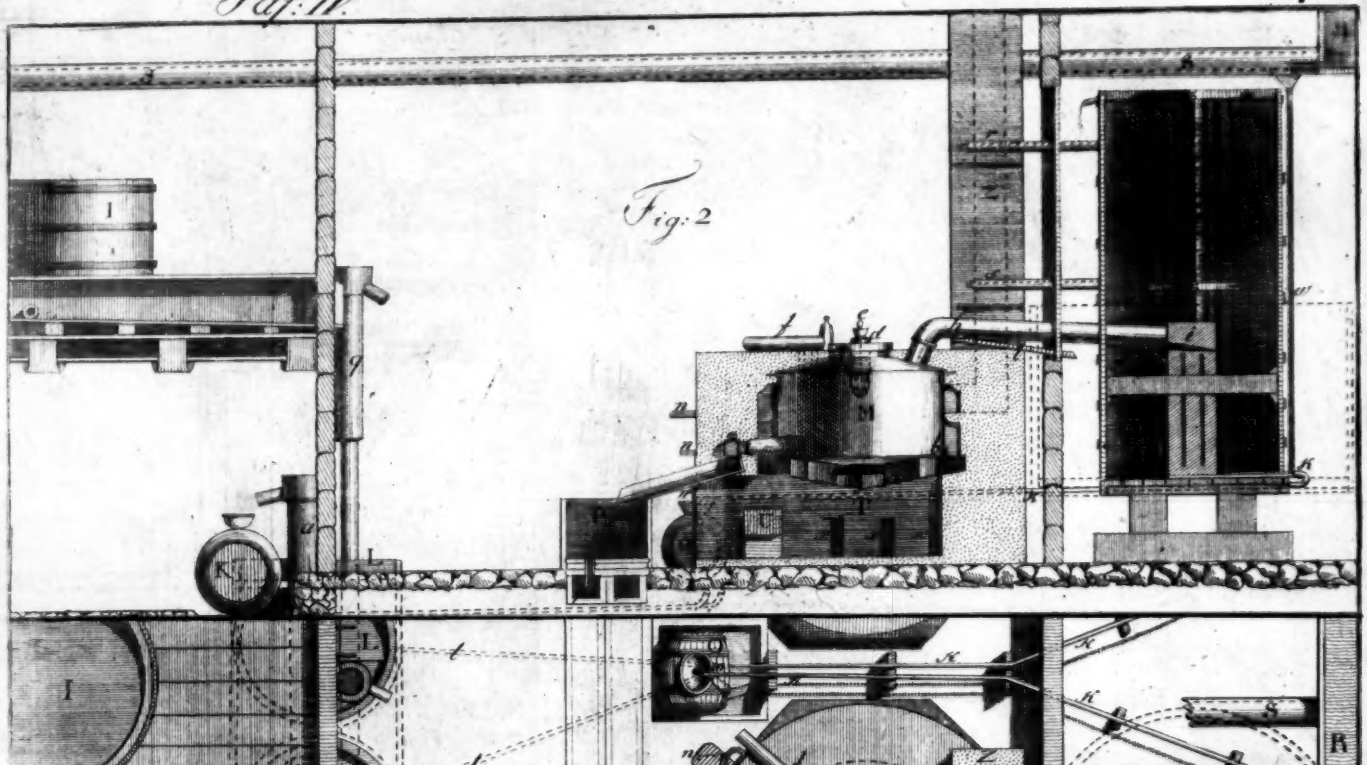
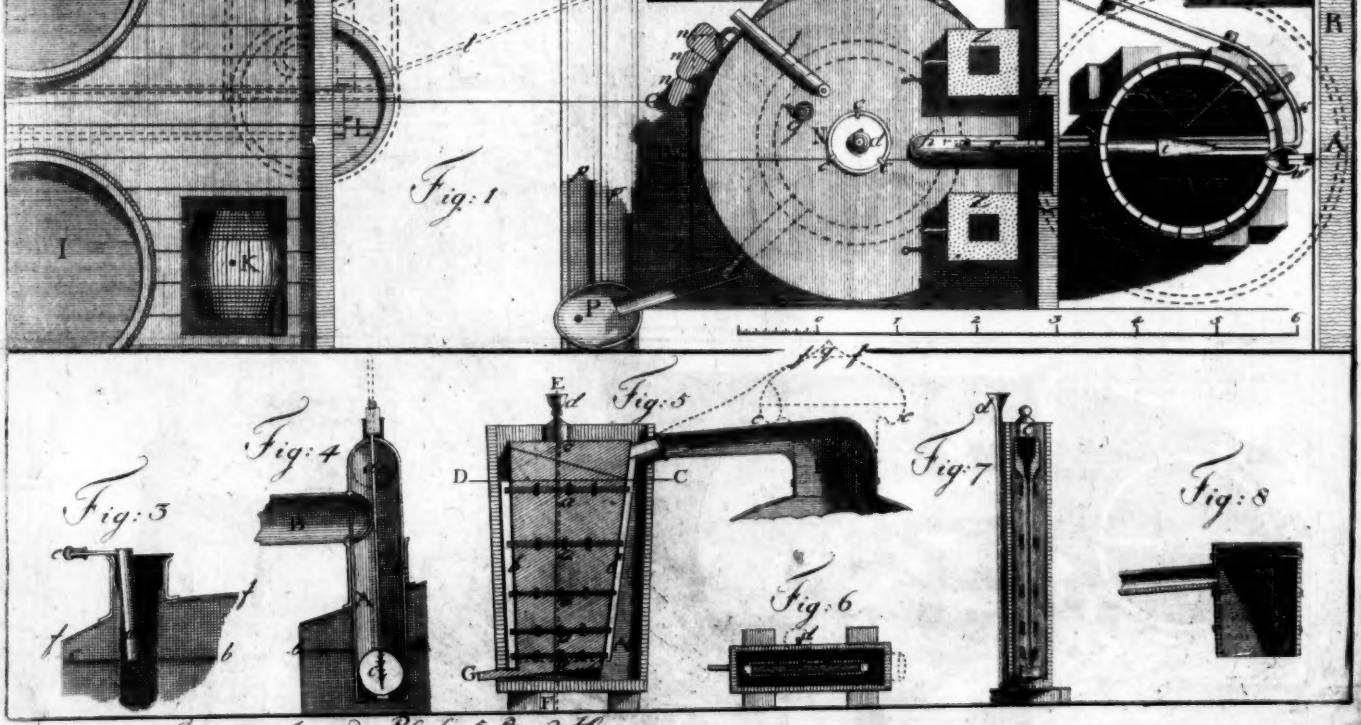


Fig: 1

Gilberts Ann: d. Phyf: 5 B: 2 St.

Taf: IV.





Gilberts Ann: d: Phyſ: 5 B: 2 H:

Taf. V.

Fig. 1

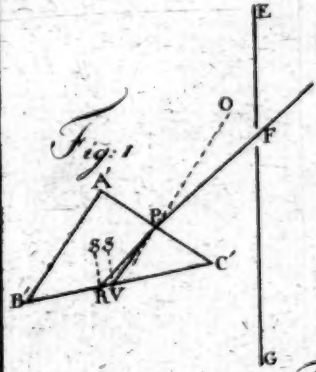


Fig. 2

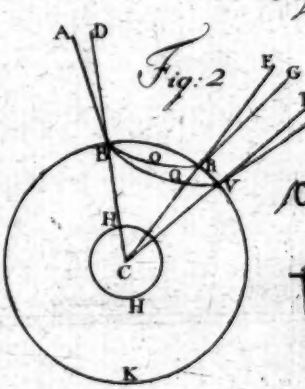
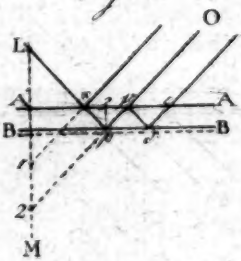


Fig. 3



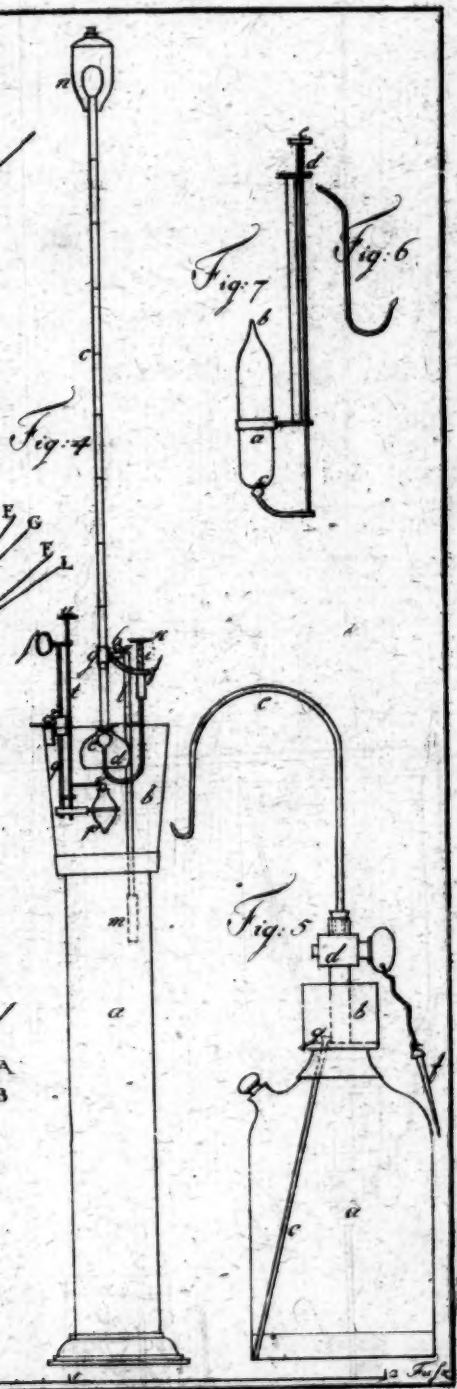


Fig: 4
Fig: 5
Fig: 6
Fig: 7

Taf: VI

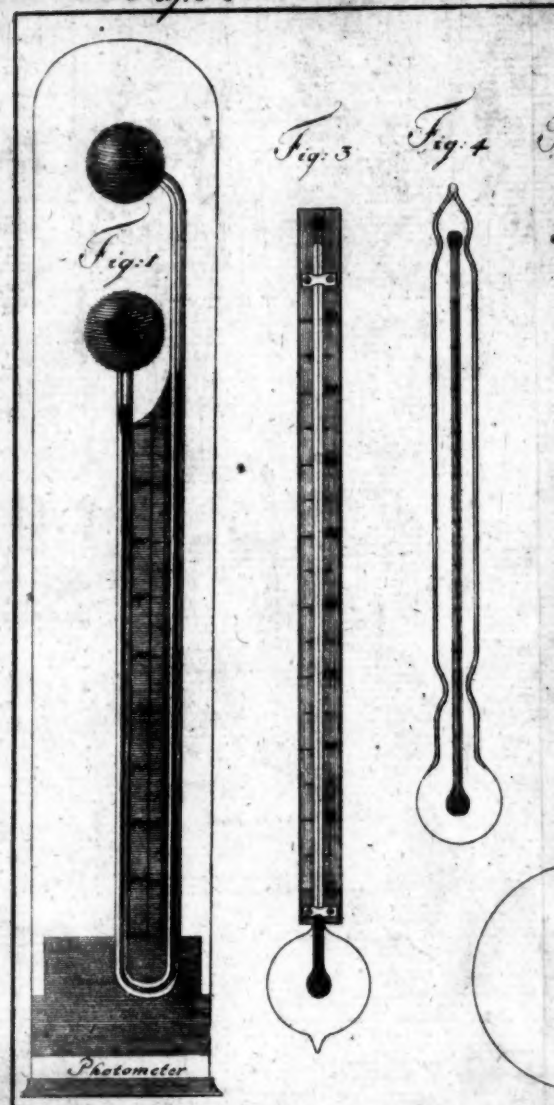
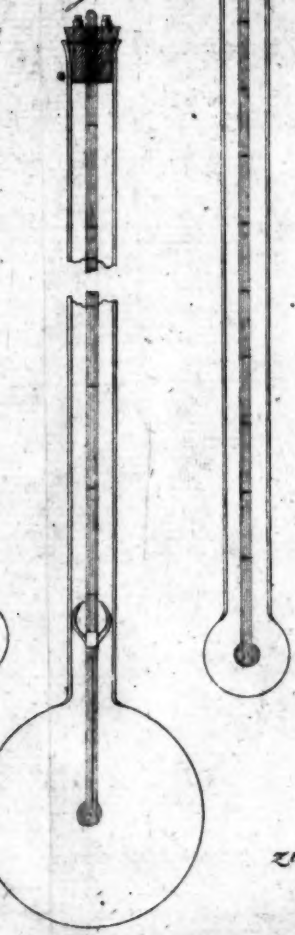


Fig: 6

Fig: 5



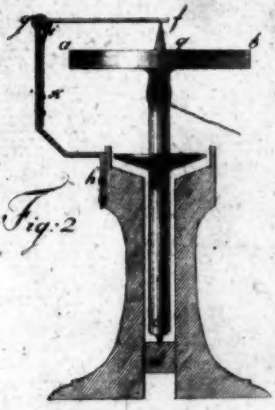


Fig: 2

Fig: 7

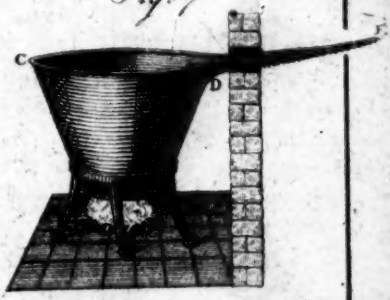


Fig: 8

zu. Taf: IV

Taf: VIII

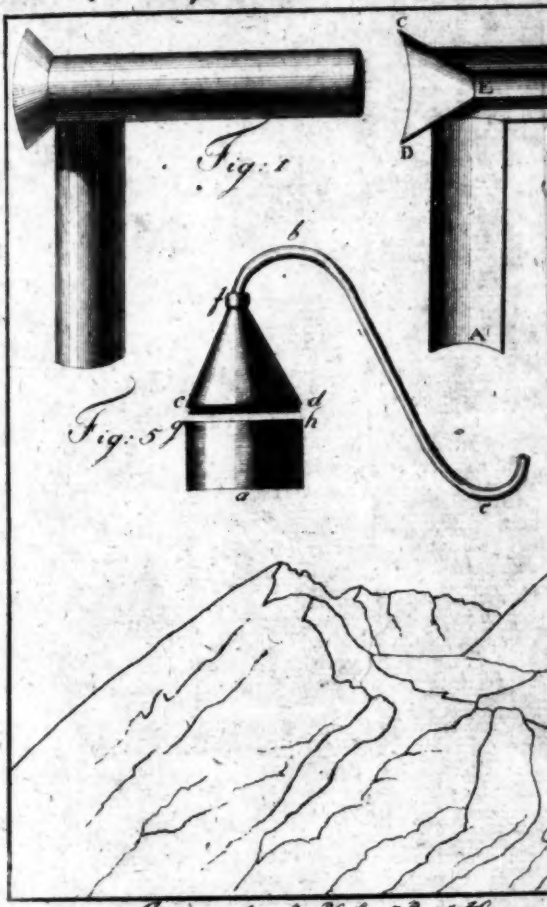
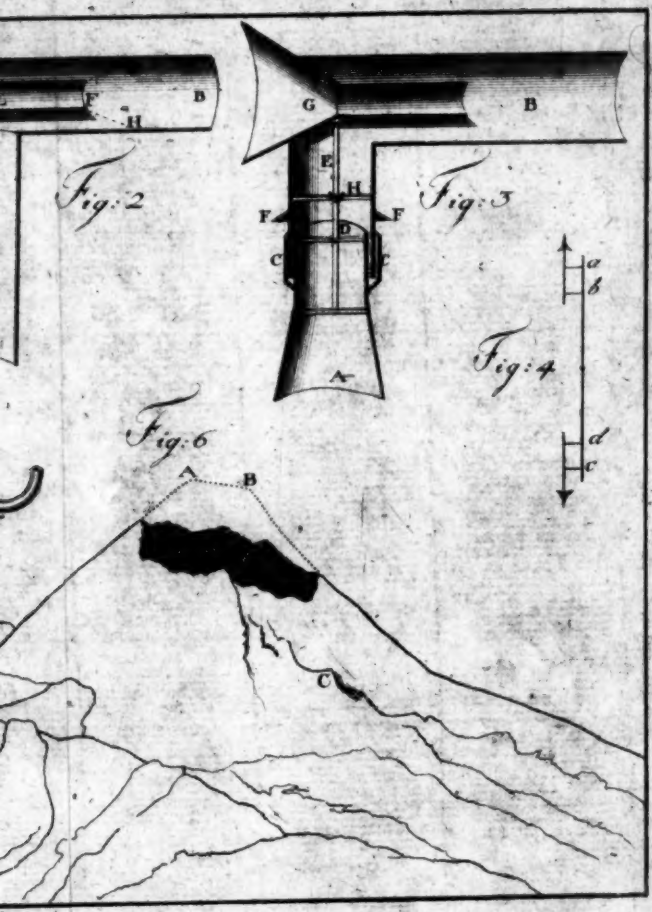


Fig: 1

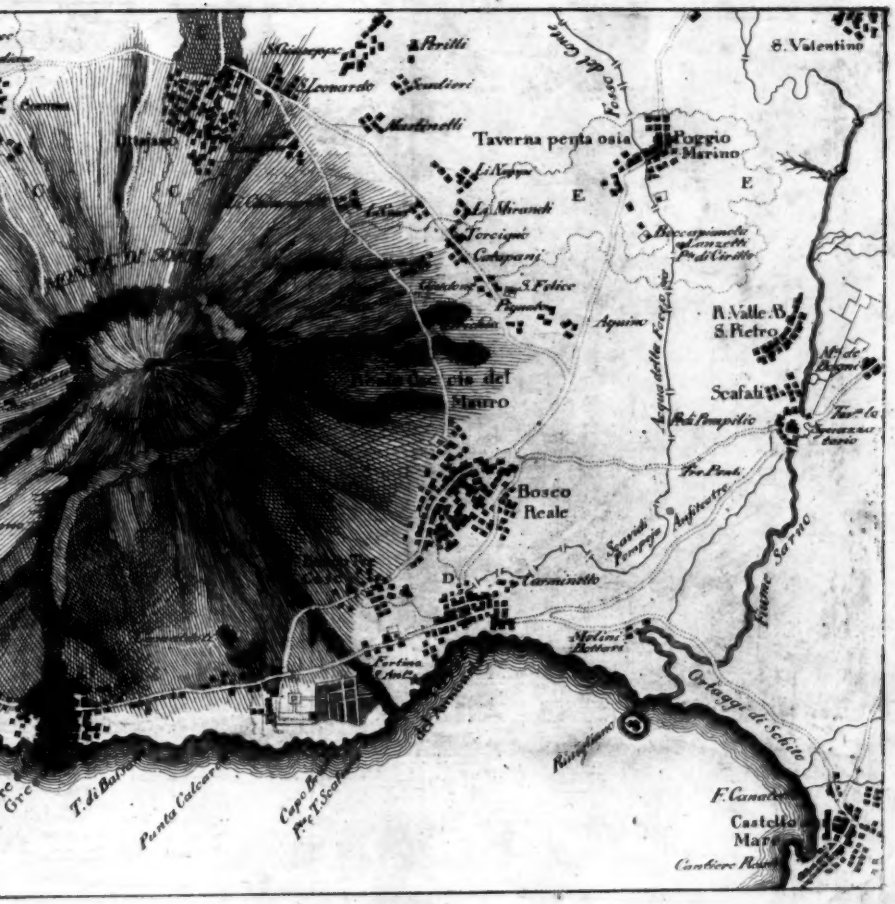
Fig: 5

Gilberts Ann: d: Phys: 5 B: 4 St:


F
B
H
Fig: 2
G
B
E
H
F
F
D
C
C
A
Fig: 3
a
b
Fig: 4
d
c
Fig: 6
A
B
C

Taf. VIII

Gilberto Ann. 2. Prof. 5. P. 4. H.


S. Valentino
Taverna penta osia
Porrio Marino
Boccapimenta
Lanzetti
Pe di Cirillo
Aquino
R. Valle R.
S. Pietro
Scafati
Bosco Reale
Carminello
Molini Pattari
Fiume Sarno
Orologgio di Schito
Castello Mare
Cantiere Reale
Punta Calcara
Capo Pe
Fre T. Scala
T. di Batta
Fortina Antica
Rivigliano
F. Canale
Torre Penta
Scavi di Pompeja
Anfiteatro
Torre Pompilio